



## **PROJETO DE GRADUAÇÃO 2**

# **Previsão de Demanda com a utilização do modelo multiplicativo e método da média móvel ponderada: Estudo de Caso na IVECO do Brasil**

Por,  
**Luiz Francisco Parlato de Lima**

**Brasília, 2018**

**UNIVERSIDADE DE BRASILIA**

**FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

UNIVERSIDADE DE BRASILIA  
Faculdade de Tecnologia  
Departamento de Engenharia de Produção

## PROJETO DE GRADUAÇÃO 2

# **Previsão de Demanda com a utilização do modelo multiplicativo e método da média móvel ponderada: Estudo de Caso na IVECO do Brasil**

POR,

**Luiz Francisco Parlato de Lima**

Relatório submetido como requisito parcial para obtenção  
do grau de Engenheiro de Produção

**Professor Orientador**

Prof. Annibal Affonso Neto, UnB/ EPR

---

Brasília, 2018

---

## RESUMO

Este projeto tem como objetivo analisar o modelo de previsão de demanda utilizado pela IVECO, montadora italiana de caminhões do Grupo Fiat, e utilizar o material do referencial teórico para posteriormente fazer uma analogia entre este, os demais modelos já utilizados e estudados mundo afora, afim de criar um modelo assertivo e que possa ser utilizado tanto pela empresa em questão, quanto para as concorrentes de mercado. Ao trabalhar na empresa mencionada, pude observar que certas medidas tomadas não eram coerentes à realidade vivenciada pela empresa no Brasil, um país onde o transporte rodoviário de cargas é responsável por cerca de 60% de toda carga que trafega em território nacional. Isto mostra o quanto a economia local é dependente deste mercado.

**Palavras Chave:** Previsão de Demanda; IVECO; Transporte Rodoviário de Cargas; Mercado de Transportes.

---

## ABSTRACT

The aim of this project is to analyze the actual demand planning of IVECO, an Italian truck manufacturer of Fiat group, and together with the theoretical references on articles, books and publications, develop a demand-planning model that can be used not only by IVECO but also for theirs competitors. As I was working for the company, I could observe that certain decisions were not coherent to the real experience that they have in Brazil, a country where the freight road transport means about 60% of all freight in the national territory. Therefore, that shows how the local economy is dependent on this market.

**Keywords:** Demand Planning; IVECO; Freight Road Transport; Transport Market.

# Lista de Figuras

Figura 1 – Proposição de Modelo.....	11
Figura 2 – Fluxo de Informação do PCP.....	15
Figura 3 – Etapas do Planejamento e Controle da Produção.....	16
Figura 4 – Visão Geral das Atividades do PCP.....	17
Figura 5 – Fluxo de informação na previsão de demanda e planejamento do negócio (Adaptado de Makridakis, 1983).....	25
Figura 6 – Custo da Previsão da Demanda.....	27
Figura 7 – Classificação da Pesquisa do Projeto.....	44
Figura 8 – Fatores para seleção do modelo de Previsão de Demanda adequado.....	66
Figura 9 – Fluxograma para Implementação de Modelo.....	67

# Lista de Tabelas

Tabela 1 – Licenciamento - Mercado Nacional Segmentado.....	50
Tabela 2 – Licenciamento Segmentado.....	50
Tabela 3 – Métodos Analisados.....	62
Tabela 4 – Coeficiente Sazonal.....	63
Tabela 5 – Correlação - Coeficiente Sazonal x Métodos de Previsão.....	63
Tabela 6 – Correlação - Modelo atual x Modelo proposto.....	66

# Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Evolução do Mercado por Segmento.....	50
Gráfico 2 – Evolução do Market-Share IVECO.....	51
Gráfico 3 – Evolução do Mercado Nacional.....	51
Gráfico 4 – Licenciamento Nacional x Exportação x Produção.....	52
Gráfico 5 – Produção x Demanda.....	52
Gráfico 6 – Estoque Acumulado.....	53
Gráfico 7 – Produção x Estoque Acumulado.....	53
Gráfico 8 – Licenciamento Nacional x Exportação.....	53
Gráfico 9 – Simulação da Previsão da Demanda x Demanda.....	58
Gráfico 10 – Simulação do Estoque Acumulado.....	58
Gráfico 11 – Simulação do Estoque Acumulado x Produção.....	59
Gráfico 12 – Sazonalidade Mensal – 5 anos.....	62
Gráfico 13 – Sazonalidade Mensal – 10 anos.....	63
Gráfico 14 – Simulação da Previsão da Demanda x Demanda.....	65
Gráfico 15 – Simulação do Estoque Acumulado.....	65
Gráfico 16 – Simulação do Estoque Acumulado.....	65

# Agradecimentos

Ao final deste projeto, não teria como deixar de agradecer as pessoas que foram fundamentais neste processo. Primeiramente agradecer as pessoas mais importantes e significantes da minha vida, minha mãe Cecília, maior exemplo de superação, dedicação e luta, a minha irmã Anna Beatriz, uma verdadeira guerreira na vida, e que se pudesse abraçaria o mundo para que em ninguém faltasse amor. Gostaria de agradecer postumamente ao meu pai José Luiz, por ser a minha força interna e meu grande ídolo. Além dessas, um papel fundamental neste processo, foi da minha namorada Eduarda, que sempre me apoiou em todos os momentos e nunca permitiu que eu desistisse dessa luta.

Agradeço ao Fausto Oliveira, meu chefe durante o período que trabalhei na IVECO e foi um dos maiores responsáveis pelo meu crescimento pessoal e profissional. Ainda na IVECO gostaria de agradecer ao Bernardo Brandão, responsável na época pela inteligência de mercado e que me colocou as questões estudadas neste projeto. No âmbito profissional, gostaria de agradecer ao Tarso Frota, um grande amigo e conselheiro profissional e pessoal, e ao Marcus Edrisse, que foi responsável por um crescimento pessoal e profissional a quem devo muita gratidão. Agradeço também ao Cassio Casseb, o responsável pela minha escolha de curso e um grande exemplo de engenheiro.

Não poderia deixar de lado toda a Universidade de Brasília, que ano após ano estávamos juntos em busca do tão sonhado diploma. Agradeço ao meu professor orientador Annibal Affonso, por todo esse processo duro e difícil que passei, sem seu suporte eu não alcançaria este feito. Agradeço também às professoras-coordenadoras Andréa e Márcia, que me deram todo suporte para alcançar a graduação. Agradeço a todos meus colegas “*jances*” que sem vocês a minha faculdade e minha vida não seriam a mesma coisa.

Enfim, agradeço a todos que direta ou indiretamente tiveram um papel nestes longos anos que estão chegando ao fim. Obrigado!

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
1.1.	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	9
1.2.	DEFINIÇÃO DO PROBLEMA.....	10
1.3.	OBJETIVO GERAL .....	10
1.4.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
	• <i>Identificar modelos de previsão de demanda .....</i>	<i>11</i>
	• <i>Levantamento e análise do modelo de previsão de demanda adotado pela IVECO .....</i>	<i>11</i>
	• <i>Estudo dos métodos utilizados para previsão de demanda .....</i>	<i>11</i>
	• <i>Análise do Modelo Quantitativo e o Método de Médias Móveis Ponderadas .....</i>	<i>11</i>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>12</b>
2.1	PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.....	12
2.1.1	<i>Etapas do PCP.....</i>	<i>16</i>
2.1.2	<i>Atividades do PCP .....</i>	<i>17</i>
2.1.2.1	Planejamento de Capacidade de Produção .....	18
2.1.2.2	Plano Agregado de Produção.....	20
2.1.2.3	Plano Mestre da Produção.....	20
2.1.2.4	Programação de Produção.....	21
2.1.2.5	Programação de Pedidos .....	22
2.2	PREVISÃO DA DEMANDA .....	24
2.2.1	<i>Características da Previsão da Demanda .....</i>	<i>25</i>
2.2.2	<i>Custos da Previsão da Demanda.....</i>	<i>27</i>
2.2.3	<i>Tipos de Previsão da Demanda .....</i>	<i>28</i>
2.2.3.1	Métodos Qualitativos.....	29
2.2.3.2	Métodos Quantitativos .....	33
2.2.4	<i>Previsão Fortemente Sazonal .....</i>	<i>41</i>
2.2.5	<i>Escolhendo o Tipo de Previsão Correta .....</i>	<i>42</i>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA DE PESQUISA .....</b>	<b>44</b>
3.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA .....	44
3.2	EXECUÇÃO DA PESQUISA.....	45
<b>4</b>	<b>DESCRIÇÃO DA EMPRESA .....</b>	<b>47</b>
4.1	IVECO .....	47
4.1.1	<i>Missão, Visão e Valores .....</i>	<i>48</i>
4.2	DADOS DO MERCADO.....	49
4.3	PROGRAMAÇÃO ATUAL DA EMPRESA.....	54
4.4	PREVISÃO DA DEMANDA NA IVECO .....	56
4.5	SIMULAÇÃO DO MODELO DE PREVISÃO DA DEMANDA NA IVECO .....	58
<b>5</b>	<b>ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>60</b>
5.1	ESCOLHA DO MODELO ADEQUADO PARA A PREVISÃO DE DEMANDA.....	60
5.1.1	<i>Parâmetros e Métricas .....</i>	<i>61</i>
5.1.2	<i>Etapas do Estudo .....</i>	<i>61</i>
5.1.2.1	Tendência - Método de Médias.....	61
5.1.2.2	Sazonalidade.....	62
5.1.2.3	Estoque.....	64
5.2	MODELO ANALISADO.....	64
5.2.1	<i>Características e Simulações.....</i>	<i>64</i>
5.2.2	<i>Razão da escolha .....</i>	<i>66</i>
5.3	IMPLEMENTAÇÃO DO MODELO NA IVECO .....	66
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>69</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>71</b>



# 1 INTRODUÇÃO

*Este capítulo apresenta a motivação do trabalho de graduação, partindo da contextualização do tema proposto, definindo, em seguida, o problema em estudo, os objetivos primários e secundários do projeto e a metodologia seguida para alcançar estes objetivos.*

## 1.1 Contextualização

Nos tempos atuais, a produção em larga escala pode significar redução de custo unitário de cada produto finalizado pela linha de produção, porém, este custo realmente será reduzido, caso o produto final seja vendido para o cliente final com a margem esperada pela equipe comercial da empresa em questão. Caso isso não ocorra, o produto final será colocado em estoque e isso acarretará custos que podem chegar a um custo maior do que seu valor de venda, fazendo com que a empresa tenha prejuízo ao invés de lucro. É importante salientarmos que a produção deve estar alinhada com os demais setores de uma empresa, principalmente com o setor de inteligência de mercado e o comercial, tendo em vista que são eles que podem estabelecer os números de cada produto a ser produzido de acordo com análises de mercado e com o tino comercial dos representantes, fazendo com que o número produzido seja bem próximo do que realmente será vendido, reduzindo estoques e aumentando a margem de lucro.

A globalização e a abertura de mercado segundo estudo realizado por Salerno em 2003, apontou que os eventos ocorridos nos anos 90 e as promessas de crescimento dos países emergentes possibilitaram a entrada de um maior número de montadoras no território nacional. Além disso, houve uma maior busca à adequação das empresas ao Sistema Toyota de produção que foi elaborado nos anos 80 e 90, juntamente ao sistema de suprimento *Just-in-Time*, trabalhos em grupos, automação e programas de qualidade total, fizeram com que houvesse uma intensa reestruturação das empresas, modificando a relação empresa-fornecedores.

## **1.2 Definição do Problema**

Para Affonso (2018), “um dos principais desafios de uma empresa e particularmente de quem desenvolve estratégias de marketing e planejamento de vendas é conseguir estimar as vendas futuras por meio de análises qualitativas e quantitativas. É a chamada previsão da demanda.”

Grandes empresas do setor automobilístico têm dificuldades em produzir veículos em equiparação à demanda dos mesmos, fazendo com que as mesmas tenham pátios enormes com muitos veículos parados, gerando cada vez mais custos para a empresa e em alguns casos tendo que tomar medidas drásticas, como por exemplo, férias compulsórias de toda a fábrica e até mesmo a demissão de milhares de funcionários. Este problema é bem visível no Brasil em que se produz muito, e muita das vezes sem demanda para os veículos. Para se ter uma programação de produção bem desenvolvida e coerente com o mercado, alguns aspectos devem ser bem planejados, como a análise da demanda, e que tipo de produto e quando ele deverá ser produzido são primordiais para o sucesso da mesma.

## **1.3 Objetivo Geral**

Este projeto tem como objetivo, analisar a previsão de demanda em uma montadora de caminhões, com a utilização do modelo quantitativo e o método de médias móveis ponderadas, embasando-se em todo o referencial teórico acerca deste tema, e posteriormente estabelecer uma analogia com a programação de produção atual da IVECO Latin América. A IVECO é uma empresa do ramo de caminhões de carga, para futuramente propor alterações na forma como é feita atualmente. Para isso, estudaremos tanto artigos e publicações relativas à logística, programação de pedido, quanto em publicações voltadas para a indústria automobilística em si. Esperamos chegar à uma análise concisa, com dados assertivos para que este projeto seja utilizado pela empresa e seja posto em prática na mesma.

## 1.4 Objetivos Específicos

- **Identificar modelos de previsão de demanda**

Para dar início à pesquisa iremos identificar modelos de previsão de demanda relacionados ao tema em questão, para que com esses modelos possamos ter uma base comparativa mais assertiva no momento da proposição do modelo.

- **Levantamento e análise do modelo de previsão de demanda adotado pela IVECO**

Para analisarmos a empresa, primeiramente vamos levantar como é feita esta previsão da demanda e em que ela se baseia para programar a produção futura da mesma. Após a realização deste primeiro tema, iremos mostrar em números como que vem ocorrendo essa relação entre produção, demanda e o que realmente foi vendido, para verificar se os números estabelecidos podem ser cumpridos.

- **Estudo dos métodos utilizados para previsão de demanda**

Com o objetivo de desenvolver um estudo acerca da previsão de demanda da IVECO, faremos uma analogia entre o modelo praticado atualmente com modelos já estudados.

- **Análise do Modelo Quantitativo e o Método de Médias Móveis Ponderadas**

Concluindo o estudo, faremos uma proposição de um modelo que possa ser utilizado tanto pela empresa IVECO, quanto para as demais atuantes no mercado de transporte de cargas rodoviárias.

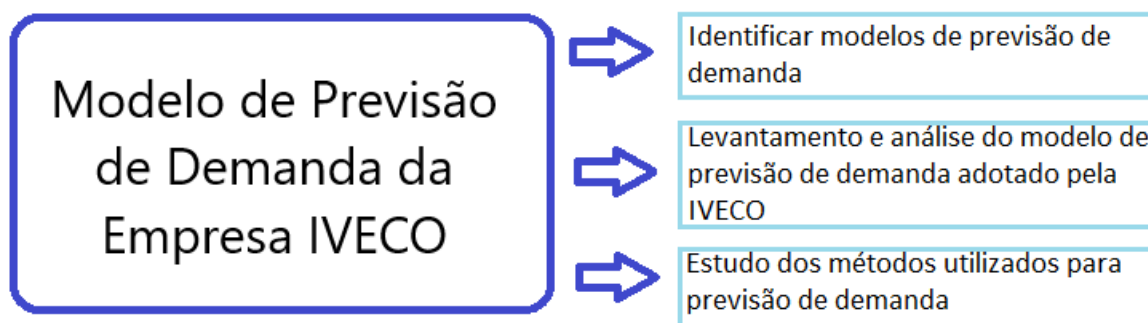


Figura 1 – Proposição de Modelo

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

*Este capítulo apresenta todo o referencial teórico embasado no tema “Previsão de Demanda”, desde a abordagem do Planejamento e Controle da Produção até o tema referido.*

### 2.1 Planejamento e Controle da Produção

Nas últimas décadas, tem-se constituído um período de diversas mudanças na organização e gestão da produção de empresas ao redor do mundo. Com o passar do tempo, o foco produtivo tem se adequadado às necessidades do consumidor final do produto ou serviço em questão, buscando uma maior efetividade e eficiência produtiva para atender o mesmo, gastando menos.

As empresas que buscam tal eficiência unido à satisfação do seu consumidor final, devem ter um Planejamento e Controle da Produção (PCP) bem desenhado e adequado à realidade da empresa, para que se tenha um sistema de alta produtividade, alcançando as metas desejadas, bom aproveitamento de matéria prima, reduzindo os desperdícios, tudo isso em sincronia com o tempo despendido de trabalho junto às habilidades pessoais de cada colaborador.

Para Riggs (1987) a necessidade imperativa de integração dos fornecedores na cadeia de suprimentos, aliada à complexidade do setor automotivo, torna-se necessária a implementação de um sistema de planejamento e controle de produção eficaz, que permita às empresas o gerenciamento não só da demanda, como também dos materiais, da capacidade produtiva e da produção como um todo. A eficácia deste planejamento pode ser mensurada por indicadores como, redução dos *lead-times* de produção, redução dos custos de estoques e armazenagem e de sua produção, que além de atender toda a demanda de sua clientela, deve atender aos requisitos de qualidade total, assim como o atendimento de prazos e uma maior flexibilidade e agilidade para atendimento de demandas alteradas ou que não seguem o padrão.

Uma vez que um objetivo é estabelecido, se faz necessária a criação de planos para o gerenciamento de todos os recursos, tanto os físicos quanto os humanos necessários, tomando as decisões e ações direcionando as atividades para os objetivos propostos (JUNIOR, 1996).

O planejamento é uma função administrativa de otimização de recursos de entrada, que determina o que deve ser realizado para atingir os objetivos traçados (CHIAVENATO, 2004).

Para Correa (2008), planejar é entender como uma visão da situação do presente e do futuro influencia nas decisões a serem tomadas no presente para que atinjam os objetivos determinados no futuro.

O planejamento da produção resulta em um plano de produção a ser cumprido pela organização, onde é definida a programação como um planejamento de curto e médio prazo para que se obtenha ao final do período um planejamento em longo prazo. Sendo assim, é o processo de estabelecer o tempo adequado para realização das atividades em busca de alcançar os objetivos no processo de planejamento, garantindo que a produção ocorra de forma eficaz (VILLAR, 2008).

Conforme Oliveira (2007), o propósito do planejamento pode ser definido como o desenvolvimento de processos, técnicas e atitudes administrativas, as quais proporcionam uma situação viável de avaliar as implicações futuras de decisões presentes em função dos objetivos empresariais que facilitarão a tomada de decisão no futuro, de modo mais rápido, coerente, eficiente e eficaz.

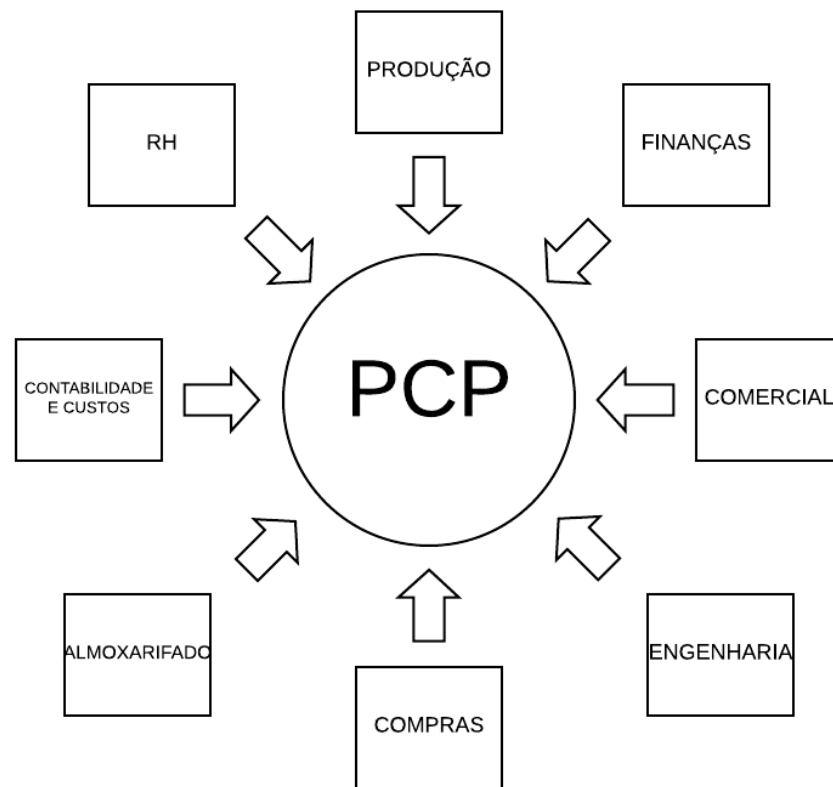
O sistema de PCP nas empresas é solicitado a responder eficazmente às mudanças internas e externas, fornecendo resposta rápida e melhor controle dos recursos, entrega e desempenho, sendo assim, responsável pela coordenação e aplicação dos recursos produtivos de forma a atender da melhor forma possível os planos estabelecidos (TUBINO, 2009).

O planejamento e controle da produção tem por objetivos, no entanto, fazer planos que conduzirão a produção e servirão de guia para seu controle (SACOMANO, 2007). No entanto, o PCP envolve uma série de decisões para definir o que, quanto e quando produzir, comprar e entregar, quem e/ou onde e/ou como produzir. Essas decisões são baseadas em previsões e tomadas com antecedência (FERNANDES, 2010)

Reduzir custos operacionais requer que sejam reduzidos os estoques de produtos acabados, de matérias-primas e de material em processo. No entanto, atingir a produtividade desejada de pessoas e máquinas pode exigir um grau de ocupação dos recursos que acaba levando ao aumento de estoques. Finalmente, manter ou melhorar o nível de atendimento ao cliente pode também levar ao aumento de estoques, principalmente se a demanda for muito flutuante. Visivelmente, exige um balanço e um compromisso entre os vários objetivos que dificilmente poderão ser totalmente atendidos ao mesmo tempo (MOREIRA, 2011).

Para Tubino (2009) e Chiavenato (2004), para atingir seus objetivos, o PCP administra as informações vindas das diversas áreas do sistema produtivo, onde as principais são:

- Engenharia de Produto
  - Informações contidas na lista de materiais a serem utilizados conforme o projeto do produto.
- Engenharia de Processo
  - Área responsável pela execução conforme planejado e programado.
- Suprimentos e Compras
  - PCP define a programação de compras de insumos e matéria-prima necessária para a produção.
- Recursos Humanos
  - PCP estabelece as atividades de recrutamento, seleção e treinamento de pessoal, programando o roteiro e fluxo da mão-de-obra.
- Financeiro
  - PCP estabelece níveis mínimos e máximos de estoque tanto de insumos quanto de produtos finalizados.
- Marketing
  - PCP se baseia na previsão da demanda para elaboração de produção, planejando a quantidade necessária e programando sua produção segundo a necessidade do mercado.
- Manutenção
  - PCP estabelece o plano de manutenção dos maquinários e equipamentos para redução de falhas no processo.



**Figura 2 –Fluxo de Informação do PCP**

Segundo Tubino (2009), as empresas precisam de planejamento e coordenação em todos os setores funcionais desde a introdução do produto em seu primeiro rascunho, passando pela produção, distribuição, rede de distribuição e pós venda até o seu descarte e se possível, reciclagem do mesmo. Elas devem também escolher e criar um sistema associado para que seja possível realizar o planejamento, controle e coordenação setorial. Existe uma necessidade de responder com velocidade qualquer mudança externa incluindo as ações dos competidores e a variação da demanda no mercado. Isto significa que as empresas deveriam aumentar ou reduzir sua produção e mesmo assim continuar lucrando, para que isso ocorra, os modelos aplicados podem ser alterados sem que haja gastos excessivos. É desejável também, reduzir os *lead-times* de produção e manter ou até aumentar o nível de serviço. Este estudo seria necessário levantar diversos dados como, *lead-times* de segurança, efetividade do *scheduling* e efeitos dos atrasos ou de defeitos na produção. Para isso, as empresas deveriam utilizar métodos da produção enxuta (qualidade total, força de trabalho dedicada, máquinas de alta precisão e com pouco índice de defeitos e tempo de preparação de maquinário (*setups*) reduzidos).

### 2.1.1 Etapas do PCP

Para um funcionamento adequado, o PCP forma um ciclo de insumos informacionais, gerando novas informações a todo instante para que o processo sempre acompanhe o desenvolvimento dos outros setores também. Nesse sentido, Chiavenato (2008); Vollmann et al (2006) divide o PCP em três etapas principais: projeto de produção, planejamento de produção e controle da produção. Autores como Quitério (2010) incluem a Análise de Dados/Feedback como a quarta etapa.

- Projeto de Produção
  - Para Chiavenato (2008) na etapa do projeto de produção procura definir como o sistema de produção funciona e quais suas dimensões, com o propósito de estabelecer os parâmetros do PCP.
- Planejamento de Produção
  - Para Chiavenato (2008) esta fase engloba o conjunto de sistemas de PCP para planejamento detalhado da capacidade e materiais
- Controle da Produção
  - Segundo Vollmann (2006), esta fase consiste em medir e corrigir o desempenho, para assegurar que os objetivos da empresa sejam atingidos.
- Análise de Dados/Feedback
  - Para Quitério (2010), esta fase consiste em realimentação dos dados obtidos, gerando novas informações a respeito da produção para que assim sejam feitas as alterações necessárias no processo buscando uma melhoria contínua.

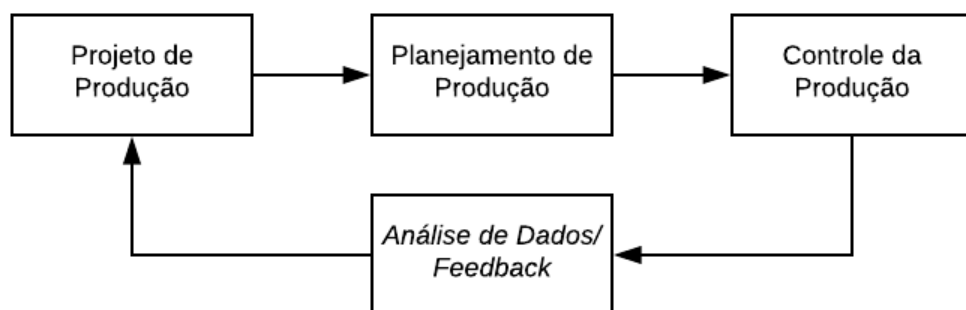


Figura 3 – Etapas do Planejamento e Controle da Produção



### 2.1.2 Atividades do PCP

As atividades do PCP são exercidas nos três níveis hierárquicos de planejamento e controle das atividades produtivas de um sistema de produção. No nível estratégico, onde são definidas as políticas estratégicas de longo prazo da empresa, o PCP participa da formulação do Planejamento Estratégico da Produção, gerando um Plano de Produção. No nível tático, onde são estabelecidos os planos de médio prazo para a produção, o PCP desenvolve o Planejamento-Mestre da Produção, obtendo o Plano-Mestre de Produção (PMP). No nível operacional, onde são preparados os programas de curto prazo de produção e realizado o acompanhamento dos mesmos, o PCP prepara a Programação da Produção administrando estoques, sequenciando, emitindo e liberando as Ordens de Compras, Fabricação e Montagem, além de executar o Acompanhamento e Controle da Produção (TUBINO E BARROS, 1998).

Segundo Tubino e Barros, (1998), para um melhor entendimento do processo de planejamento da produção foi apresentado o seguinte diagrama que sintetiza melhor todo o processo.

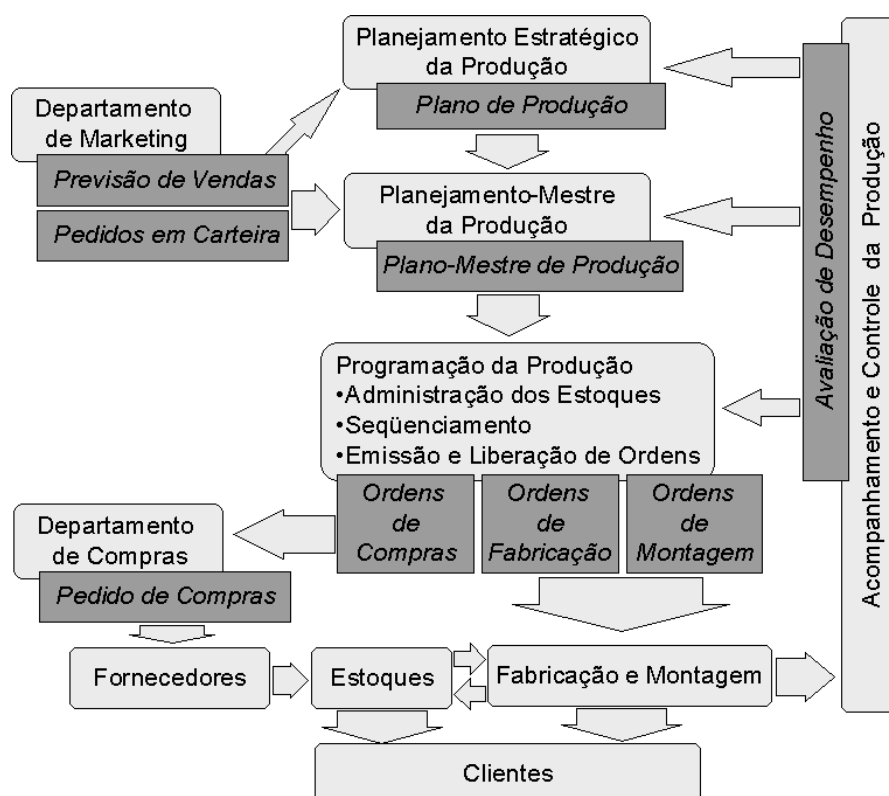


Figura 4 – Visão Geral das Atividades do PCP

Fonte: TUBINO e BARROS, 1998

Para Tubino (2009), apesar da evolução da capacidade de comunicação dos computadores e *softwares* cada vez mais potentes e dedicados a função de programação e

acompanhamento da produção, para o acompanhamento voltado para o PCP tem-se a necessidade do emprego de pessoas qualificadas para identificação das causas favoráveis ou não, para montagem de planos de produção, com alta produtividade, ambiente organizado e previsível.

Como o PCP é uma função gerencial, ligada a diversas áreas da empresa, com sua atuação voltada para a função produção, visando à coordenação das atividades empresariais, deve ser adequado a cada nova realidade, de modo econômico e que não lhe furte a flexibilidade (SOUZA, 2009)

### **2.1.2.1 Planejamento de Capacidade de Produção**

Para Slack (2008) o uso mais comum do termo capacidade é no sentido estático, físico de um recipiente. Para medirmos a capacidade de um processo é necessário a variável tempo, adequada para o uso dos ativos. Logo a definição de capacidade de uma operação é a máxima atividade que um processo é capaz de produzir em determinado período de tempo e sob condições normais de operação.

A capacidade de uma operação é o máximo nível de atividade de valor agregado em determinado período de tempo, que o processo pode realizar sob condições normais. Portanto é necessário em todas as indústrias um planejamento e controle da capacidade, tarefa que consiste em determinar a capacidade efetiva da operação produtiva, de maneira a responder à demanda, decidindo como a operação deve reagir às suas flutuações (SENAI, 2004).

Quando os processos da empresa são padronizados e repetitivos é mais fácil medir a capacidade produtiva, mas quando há uma variação do processo é necessário considerar o *mix* de produtos, o tempo de produção e as especificações do que é fornecido, conhecendo o tempo que cada produto leva para ser produzido e a demanda de cada modelo, assim, obtendo sua capacidade de produção (SLACK, 2008).

As decisões quanto ao planejamento da capacidade afetam diversos aspectos de desempenho, como (RODRIGUES, 2011):

- Custos: serão afetados pelo equilíbrio entre capacidade e demanda, onde níveis de capacidade excedente à demanda podem significar alto custo unitário;
- Receitas: serão afetadas pelo equilíbrio entre capacidade e demanda, porém de forma oposta, no qual níveis de capacidade iguais ou superiores à demanda asseguram que toda a demanda seja atendida de maneira que não ocorra perda de receitas;

- Capital de giro: será afetado se uma operação decidir antecipar a produção da demanda. Isso permitirá a entrega rápida ao cliente, porém a empresa deverá financiar o estoque até que seja vendido;
- Qualidade dos bens e serviços: pode ser afetada por um planejamento de capacidade, por exemplo, pela contratação de pessoal temporário. A nova mão-de-obra devido ao pouco treinamento fica mais propícia a cometer erros;
- Velocidade de resposta a demanda: pode ser melhorada através do aumento dos estoques ou pela provisão deliberada de capacidade excedente para evitar filas;
- Confiabilidade do fornecimento: também é afetada pelo nível de proximidade entre demanda e capacidade máxima da operação, quanto mais próxima a capacidade estiver do seu limite, menor será a confiabilidade de fornecimento, pois a operação não poderá sofrer com possíveis interrupções;
- Flexibilidade: (principalmente de volume) será melhorada pela capacidade excedente; se houver equilíbrio entre capacidade e demanda, a operação não será capaz de responder a aumentos de demanda inesperados.

Para atender às demandas provenientes do mercado, a organização precisa adotar diferentes estratégias para atender seus clientes e suportar as oscilações do mercado. Rodrigues (2011) cita três estratégias para trabalhar com capacidade, são elas:

- Política de capacidade: estabelece um nível constante de capacidade durante todo o período de planejamento, sem considerar as flutuações de demanda, atingindo alta utilização do processo e normalmente cria-se estoques consideráveis, que precisam ser financiados e armazenados;
- Política de acompanhamento da demanda: ajusta a capacidade próxima dos níveis de demanda prevista. É utilizada por empresas que não conseguem estocar sua produção. O problema é que se a empresa apresenta grandes variações na demanda, empregando pessoal temporariamente, o que pode ocasionar perda de qualidade nos produtos e segurança dos processos;
- Gerenciar a demanda: responsabilidade das áreas de vendas e planejamento, e o objetivo é transferir as demandas dos períodos de pico para os períodos vale e com isso maximizar os lucros das organizações;

Portanto, para a medição da capacidade o principal problema é a incerteza quanto à demanda, e ainda a complexidade de sua determinação, e somente em caso de produção altamente padronizada e repetitiva é fácil estabelecer a capacidade sem ambiguidade. Normalmente, o volume de produção (saídas) é a medida mais adequada, entretanto, em algumas operações não é tão simples, principalmente quando a gama de produtos é muito ampla e apresenta demandas variáveis (SENAI, 2004).

### **2.1.2.2 Plano Agregado de Produção**

Como resultado das decisões estratégicas no âmbito da produção, e uma vez definidas as políticas de capacidade possíveis para o período, é elaborado um plano de médio prazo que tem por meta direcionar os recursos produtivos no sentido das estratégias escolhidas. O plano agregado pode ser considerado como a oficialização da política de capacidade, sendo que ambos seguem a mesma lógica de planejamento (SENAI, 2004).

Para Junior (2009) o plano agregado de produção é utilizado pelas empresas para gerenciar os recursos humanos e equipamentos, visando atendimento à demanda de mercado. Isto é feito estabelecendo simultaneamente os volumes de produção e de estoques.

Várias técnicas podem ser utilizadas para auxiliar na elaboração de um plano agregado de produção. Algumas delas procuram soluções otimizadas, outras aproveitam-se da experiência e do bom senso dos planejadores. As técnicas matemáticas empregam modelos matemáticos (programação linear, programação por objetivos, simulação, algoritmos genéticos, etc.) para buscar a melhor alternativa. E as técnicas informais de tentativa e erro empregam tabelas e gráficos para visualizar as situações planejadas e decidir pela mais viável (SENAI, 2004).

### **2.1.2.3 Plano Mestre da Produção**

Finalizado o plano agregado da produção, inicia-se o planejamento de períodos menores para que seja operacionalizada a produção, este é o chamado Plano Mestre da Produção.

Para Rocha (2011), o Plano Mestre de Produção (PMP) faz o cálculo das necessidades de produtos finais, indicando a quantidade e período de tempo em que deverão estar prontos. Para isso, são utilizados dados sobre a demanda, os produtos em carteira e do nível de estoque dos produtos. Chegar a um plano mestre de Produção que compatibilizem as necessidades de produção com a capacidade disponível pode-se revelar uma tarefa complexa, principalmente se os produtos envolvidos exigirem muitas operações em regime intermitente. O PMP serve

também para avaliar as necessidades imediatas de capacidade produtiva, além disso, servirá também para definir compras eventualmente necessárias, bem como estabelecer prioridades entre os produtos na programação.

De acordo com Corrêa (2008), o plano mestre considera as limitações de capacidade e a conveniência de sua utilização, podendo determinar a produção prévia de itens ou até mesmo, não programar suas produções, ainda que o mercado pudesse consumi-los. Entre as funções algumas são consideradas como funções-chave:

- Transferência de Planos Agregados em itens finais específicos;
- Avaliação de Programas alternativos;
- Dimensionamento dos requisitos de materiais;
- Dimensionamento dos requisitos de capacidade;
- Simplificação do processamento das informações;
- Manutenção de prioridades;
- Utilização eficiente da capacidade produtiva;

#### **2.1.2.4 Programação de Produção**

Para Russomano (2000), a programação da produção é a determinação antecipada do programa de produção a médio prazo dos vários produtos que a empresa produz. A programação da produção leva em consideração a estimativa de vendas, carteira de pedidos, disponibilidade de material, capacidade disponível, entre outros fatores, de forma a estabelecer, com antecedência, a melhor estratégia de produção.

Principais atividades da Programação de Produção (SENAI, 2004):

- Administração de Estoques
- Sequenciamento
- Emissão e Liberação de Ordens

Para Chiavenato (2004), a programação da produção corresponde ao detalhamento do Plano de produção e a sua transformação em ordens de produção ou compra que deverão ser executadas cotidianamente pelas respectivas seções envolvidas. Além disso, o mesmo ainda coloca como sendo os objetivos principais da programação de produção:

- Coordenar e integrar todos os órgãos envolvidos direta ou indiretamente no processo produtivo da empresa;
- Garantir a entrega dos produtos acabados ao cliente nas datas previstas;

- Garantir disponibilidade das matérias-primas e componentes que serão requisitados pelos órgãos envolvidos;
- Distribuir a carga de trabalho proporcionalmente aos diversos órgãos produtivos, de modo a assegurar a melhor sequência da produção e o melhor resultado em termos de eficiência e eficácia;
- Balancear o processo produtivo de modo a evitar gargalos de produção e desperdícios de capacidade;
- Aproveitar ao máximo a capacidade instalada;
- Estabelecer uma maneira racional de obtenção de recursos, como matéria-prima, mão-de-obra, máquinas e equipamentos;
- Estabelecer, através de ordens de produção, padrões de controle;

Para Furlanetto (2004), a emissão e liberação das ordens de produção formam a base de informações para a coordenação da programação da produção. É a última atividade do PCP antes do início da produção, e esta etapa permite aos diversos setores produtivos e de apoio, a executarem suas tarefas de forma coordenada e conforme o planejado.

### **2.1.2.5 Programação de Pedidos**

O ciclo de pedidos tem como objetivo, ordenar a produção para que a mesma atenda à demanda futura do cliente, ou seja, com as informações levantadas, deve-se criar uma previsão dos produtos que serão solicitados no futuro. Isso depende de diversos fatores, como, o *lead-time* das compras de suprimentos, tempo de processamento do produto e o tempo total que a empresa leva desde o pedido ser emitido, até a entrega do produto final, este último, deverá ser estipulado anteriormente, para que a fábrica não produza a mais nem a menos do que o esperado. Para Lambert (1998), o ciclo do pedido consiste dos seguintes componentes: preparação e transmissão do pedido; recebimento e entrada do pedido; processamento do pedido, resgate no estoque e embalagem; expedição do pedido e entrega e descarregamento no cliente. Para que esse ciclo de pedidos, tenha uma assertividade, deve-se saber o que está sendo pedido, ou seja, qual produto da empresa e com quais especificações o produto deve ter, a quantidade que deve ser pedida e o destino deste pedido, sem essas informações o pedido emitido estará incompleto e a fábrica não poderá processá-lo.

A programação de pedidos contempla três premissas básicas para que o mesmo seja bem elaborado, sendo elas, a capacidade da produção, a programação, que diferente do

português se refere à palavra em inglês *scheduling* que diz respeito ao momento que o pedido será emitido, e o controle da produção, isto em um nível macro de todo o processo. A programação de pedidos tem uma interação direta com o *scheduling* não só porque a produção é regida por ele, mas também porque existem problemas durante o processo de execução e controle.

Ainda segundo Lambert (1998) com o crescimento da competitividade no mercado e o rápido desenvolvimento da tecnologia, gestores de produção estão priorizando a programação correta e tem como informação base o tempo do ciclo produtivo para mensurar os pedidos, ciclos de pedidos de longa duração implicam em um maior volume de *work-in-progress* (WIP), que seriam os produtos que ainda estão na linha de produção e que ainda estão no processo produtivo para uma entrega futura. Isso implica em um acréscimo nos custos de inventário ou capital de giro, pois para produzir mais é necessária uma receita de vendas para que o ciclo produtivo não seja quebrado. Por isso, a literatura coloca que o tempo de ciclo de produção é a medida mais importante para a definição da produção de uma dada empresa, esta medida tem como objetivo avaliar a efetividade da gerência entre o planejamento e o *scheduling* e com isso o gestor pode inferir se é possível uma redução deste tempo mantendo o nível de qualidade.

Para os gestores criarem um plano de produção assertivo, na literatura existem alguns modelos nos quais eles podem se basear para adaptá-los e adequá-los de acordo com sua demanda real, estes modelos têm objetivos diferentes uns dos outros. Mesmo que objetivo seja a redução de custos e uma otimização da linha produtiva, o foco atuante pode variar, seja de tempo de ciclo até redução de custos de pedidos de suprimentos.

## 2.2 Previsão da Demanda

Segundo Moreira (2004) todo o planejamento se inicia por uma base comum que é a previsão de demanda, ela é o ponto de partida para quase todas as decisões que necessitam serem tomadas dentro de uma organização e pode ser definida como uma busca de informações a respeito das vendas futuras de um determinado item ou grupo de itens.

As previsões possuem destacada função dentro de uma organização, visto que permitem aos gestores das empresas anteverem o futuro e assim planejem adequadamente suas ações (TUBINO, 2008)

Para Nahmias (1993) as duas áreas funcionais da empresa que fazem maior uso dos métodos de previsão de demanda são as áreas de produção e de marketing, sendo a de marketing responsável por fazer as previsões tanto para produtos novos, quanto para produtos que já existem na linha de produção da companhia. Além disso, o marketing também poderá fazer previsões a respeito de grupos e famílias de produtos. Além disso, previsões de vendas são utilizadas pelo setor de produção para planejar como será a operação da produção. A operação da produção não se refere somente ao modo em que o produto será produzido, mas também para determinar os níveis aceitáveis de estoque para projetar um programa de manutenção e previsão de conserto do maquinário.

Previsão é um processo metodológico para a determinação de dados futuros baseado em modelos estatísticos, matemáticos ou econométricos ou ainda em modelos subjetivos apoiados em uma metodologia de trabalho clara e previamente definida (MARTINS, 1998).

A história recente mostra que empresas com boas previsões tem se beneficiado disto, da mesma forma que empresas com previsões pobres estejam pagando o preço desta escolha (NAHMIA, 1993). Durante a década de 60, o desejo dos consumidores de automóveis passou de veículos grandes, pesados e com um alto consumo de combustível, para veículos menores e mais econômicos. As grandes montadoras norte-americanas não corresponderam à esta mudança de gosto dos consumidores e com o embargo do petróleo ao final dos anos 70, viu que esse gosto dos consumidores havia mudado drasticamente. A Compaq, gigante do setor de tecnologia, tornou-se líder de mercado após a correta previsão da demanda pelo portátil IBM PC, a qual superou todas expectativas de venda e de mercado na época. A Ford Motors durante seu início e quase término, movimentou o mercado com a criação do famoso Ford T e chegou a números antes inimagináveis com sua produção e venda, porém, quando citei seu quase término, seria o fato de que Henry Ford não previu que o gosto dos



consumidores pelo design dos veículos não seria o mesmo desde o lançamento em 1900, fazendo com que seu produto ficasse obsoleto perante aos da concorrência.

Como dito anteriormente, a demanda por um produto é gerada por uma complexa relação de fatores. Mesmo que seja muito difícil de se ter uma previsão exata, usualmente não se entende os efeitos de competição, das propagandas, dos serviços e das alternativas de fornecimento para o produto, mas pode-se visualizar algum mecanismo ou sistema de interação de fatores influenciadores da demanda e junto às ferramentas estatísticas, construir um modelo com um efeito satisfatório de proximidade à realidade. (BROWN, 1959)

### 2.2.1 Características da Previsão da Demanda

Corrêa (2005) adverte que é comum as empresas confundirem os conceitos de previsões e metas. Previsões são especulações do comportamento do mercado demandante no futuro, enquanto que metas é a parcela dessa demanda que a empresa deseja atender, seja qual for o motivo, produtividade, capacidade, estratégia, entre outros.

Para previsão é importante a distinção de eventos externos incontrolláveis (originadas pela economia, governo e concorrentes) e eventos internos controláveis (marketing, decisões de fabricação, internas a empresa), porque apesar do sucesso da empresa ser originado pela combinação dos dois eventos, a previsão se aplica somente aos fatores incontrolláveis (MAKRIDAKIS, 1998).



**Figura 5 – Fluxo de informação na previsão de demanda e planejamento do negócio (Adaptado de Makridakis, 1983)**

O PCP tem de ocorrer em diferentes níveis da produção, tendo em vista que uma mesma previsão de demanda não atende à companhias de diversos setores. Deve-se olhar na direção de um futuro mais distante para prover novas capacidades ou novos tipos de capacidade e o momento em que elas serão necessárias. (BUFFA, 1977)

Para (NAHMIAS, 1993), algumas das características da previsão da demanda podem ser descritas como:

- **Previsões são geralmente erradas**

Esta característica é a principal característica e ao mesmo tempo a que é mais deixada de lado pelos gestores como um todo. Como é sabido, as previsões são realizadas com informações passadas, portanto, a previsão como a própria palavra já diz, não é realmente a demanda que ocorrerá no período futuro, mas sim uma aproximação para mensurar corretamente as necessidades para a produção.

- **A previsão ótima é mais que um simples número**

Assim como o fato da previsão não ser exata, as previsões devem considerar outros aspectos que possam influenciá-la, no caso do mercado de caminhões, a safra, o PIB, a disponibilidade de crédito para clientes. A união de tudo isso faria com que a previsão fosse alterada automaticamente junto à mudanças de certos aspectos.

- **Previsões agregadas são mais exatas**

Assim como na estatística, em que a variação da média de um conjunto de fatores é menor que a variação de cada fator isolado, para a previsão da demanda a regra é a mesma, se algum erro é percebido em uma linha de produtos, ele será menor do que um erro de cada produto.

- **Quanto maior o horizonte da previsão, menos exata ela será**

Esta característica é de fácil explicação, pois, é mais fácil de prever o dia de amanhã do que prever como serão as coisas em um horizonte de 10 anos.

- **Previsões não devem ser utilizadas para excluir informações já conhecidas**

Assim como o ciclo de vida de um produto, seu lançamento ou ação promocional pode impactar diretamente a demanda, neste caso a previsão da demanda deve ser acrescida deste aumento substancial, mas não alterada de acordo com isso. No caso do mercado de caminhões, em eventos como a FENATRAN (Salão Internacional de Transporte Rodoviário e de Cargas) os bancos das montadoras e de diversas instituições financeiras fazem um trabalho conjunto e a venda neste tipo de evento é superior à média comum. Logo estas vendas não devem ser computadas em uma previsão futura mas sim como unidades extra, previstas anteriormente.

Os métodos de previsão de demanda podem ser classificados em três grandes grupos: modelos qualitativos, séries históricas e modelos causais. Esses grupos apresentam diferenças em termos de precisão e acurácia de acordo com o horizonte de previsão, nível de sofisticação do modelo e base de dados necessária (BALLOU, 2001).

### 2.2.2 Custos da Previsão da Demanda

Para uma previsão assertiva, o custo de execução de um dado método deverá compensar o custo de operação da produção, no caso de se trabalhar com uma previsão inferior ao real. A medida que a previsão aumenta, seus custos tanto pessoal como do setor de análises aumentam. Por outro lado, os custos de falta de produto resultariam em um custo maior para a produção elevada ou até o custo de perda de venda deverá ser colocado no estudo (NAHMIAS, 1993).

Para Monks (1987), o nível ótimo de previsão é aquele cujo custo de execução de um método de previsão compense exatamente o custo da operação, decorrente de se trabalhar com uma previsão inferior ou inadequada, e à medida que a atividade de previsão aumenta, os custos para a reunião e análise de dados aumentam, assim como os custos de controle e adequação do sistema.

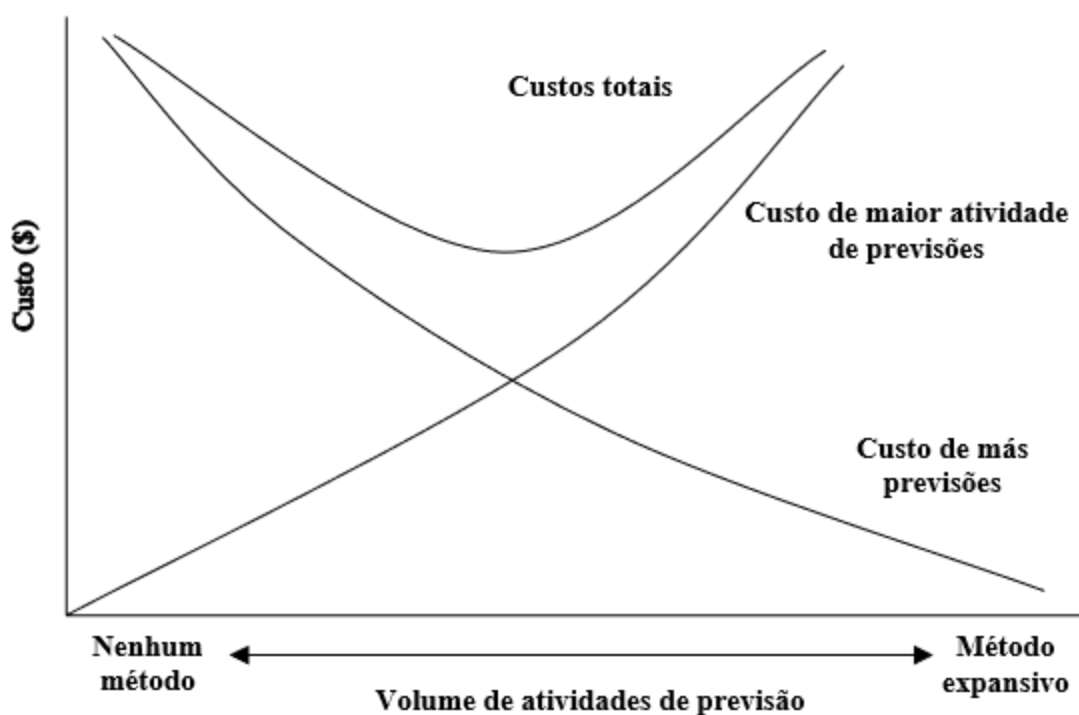


Figura 6 – Custo da Previsão da Demanda (Fonte: MONKS, 1987)

### **2.2.3 Tipos de Previsão da Demanda**

Para Moreira (1998) é possível classificar os métodos de previsão segundo critérios variados, mas a classificação mais simples provavelmente é aquele que leva em conta o tipo de abordagem usado, ou seja, o tipo de instrumentos e conceitos que formam a base da previsão. Estes são os métodos sugeridos pelo autor:

- **Qualitativos**

São aqueles baseados em conhecimentos pessoais, podem ser de forma direta ou indireta, neste caso as pessoas que compõem este grupo devem estar diretamente ligados ao produto ou setor em que a previsão está inserida, como por exemplo, gerentes, clientes, vendedores, fornecedores. Estes não se baseiam em nenhum método específico ou modelo, mas são de grande auxílio em casos de falta de dados ou até mesmo de comportamento futuro de mercado.

- **Quantitativos**

São aqueles que utilizam uma base de dados matemática, portanto, este tipo de previsão se utiliza de eventos passados para estabelecer as previsões futuras. Os métodos quantitativos são uma boa fonte para determinar uma aproximação real dos números futuros, mas não podem ser pura e simplesmente a previsão futura. Estes são subdivididos em duas categorias distintas, que seguem abaixo:

- **Métodos Causais**

São os métodos nos quais a demanda de um dado produto ou de um conjunto de produtos é relacionada à uma variável causal, neste caso essas variáveis dependem do setor em que a companhia está inserido, ou seja, são aqueles números que influenciam diretamente a demanda do produto, como citado nas características da previsão da demanda, no caso do setor de transporte rodoviário e de cargas. Caso se obtenha uma boa estimativa do valor destas variáveis para a demanda, é possível obter uma projeção desejada para um produto ou grupo de produtos.

- **Séries Temporais**

As séries temporais são aquelas em que se indica uma coleção de valores da demanda em momentos específicos de um dado período, em que na sua grande maioria das vezes têm um espaçamento igual entre elas. Com esse espaçamento é

possível avaliar se a recorrência é comum e adicionar esta variação à previsão pré-estabelecida, este seria o caso das safras no Brasil por exemplo, que sugere uma maior compra de veículos.

Tomando como base as duas categorias de modelos matemáticos citadas acima, é realizada uma subdivisão para melhor exemplificar a tendência do mercado, neste caso estamos falando das regressões das demandas sobre as variáveis causais. Estas regressões são exatamente a busca entre relações entre dados e as variáveis causais. Neste caso, para Moreira (1998), podemos subdividir nas duas regressões que seguem:

- **Regressão Simples**

É utilizada no caso em que se considera a demanda ligada a uma única variável causal.

- **Regressão Múltipla**

É utilizada nos casos em que são consideradas duas ou mais variáveis causais para estabelecer a previsão da demanda.

Para as séries temporais, são utilizadas diversas médias dentro dos dados selecionados para poder com isso prever a demanda futura. Também são utilizados modelos de decomposição das series temporais, utilizando de uma linha de tendência chegada por meio de uma regressão temporal para estabelecer a previsão da demanda.

### **2.2.3.1 Métodos Qualitativos**

Para Moreira (1998), os métodos qualitativos baseiam-se no julgamento e na experiência de pessoas que possam, por suas próprias características e conhecimentos, emitir opiniões sobre eventos futuros de interesse. Neste caso, o uso de julgamento pessoal não se restringe de forma alguma às previsões da demanda podendo ser aplicado na análise de movimentos do comércio internacional, rumos da tecnologia, tendências de novos produtos, futuras condições econômicas e políticas, dentre outros. Abaixo, subdividimos os métodos qualitativos entre os principais fundamentalistas para elaboração deste tipo de análise, citados separadamente abaixo.

- **Opinião de Executivos**

No caso de novos produtos, como não há dados históricos para fundamentar a previsão da demanda, o ideal é uma opinião concisa de um especialista da área que

teria embasamento suficiente para chegar à uma previsão. Esta abordagem, consiste em combinar diversas opiniões de executivos da companhia e pode ser centralizada à uma única pessoa para que a mesma crie o questionário a ser realizado com os executivos e ela mesma desenvolver um modelo para a análise dos dados levantados durante a pesquisa.

- **Opinião da Força de Vendas**

Uma das formas mais utilizadas para avaliar a previsão da demanda é consultando a força de venda atual, tendo em vista que além de ter um contato diário com os produtos da companhia, ela tem contato direto com o cliente final. Portanto, esses colaboradores devem ter uma ideia melhor do mercado em que os produtos estão inseridos se comparados ao pessoal do *backoffice* e da parte de análise de dados de mercado.

Segundo Moreira (1998), no entanto, alguns problemas podem vir a aparecer. A equipe de vendas pode não distinguir entre o que os clientes gostariam de fazer e o que eles realmente farão no período a ser previsto. Eles também podem ser influenciados por eventos sazonais recentes que causaram uma alteração na demanda. Além do que, nos casos em que as previsões são utilizadas para fixar cotas mínimas de vendas para cada equipe, no caso do setor relativo a este tema, a cada concessionário ou *key-account*, cria-se um evidente conflito de interesses em que possa ser interessante à força de vendas colocar metas baixas para alcançá-las mais facilmente.

O autor Mayer (1990), descreve um passo a passo de como é feito este levantamento e como que os mesmos são propensos a erros. O mesmo afirma que, embora este método possa assumir diversas formas, geralmente o processo começa com a solicitação de fornecimento de estimativas de vendas à força de vendas da empresa relativa a área em que cada um comercializa o seu produto.

Em suas estimativas, eles estariam influenciados por fatos como a reação do cliente diante do produto e da tendência de como suas vendas estão sendo recebidas pelo cliente final. Os supervisores de vendas analisariam as opiniões de sua força de venda e fariam ajustes de acordo com seus conhecimentos sobre o mercado, experiências passadas e de como tem sido o resultado do vendedor em relação às suas metas e resultados. Se um vendedor demonstrou no passado estimativas otimistas, o supervisor diminuiria a previsão do mesmo, e o mesmo

vale para vendedores que no passado tinham estimativas pessimistas, o supervisor aumentaria a previsão para aquela dada informação recebida pelo vendedor.

Com todas as opiniões ajustadas em mãos, elas seriam repassadas à comissão responsável por elaborar a previsão da demanda final. Esta comissão pode ser composta por diretores, gestores, gerentes e supervisores, de acordo com a política estabelecida na empresa. A comissão então levaria em conta as opiniões, somadas à fatores que os vendedores e supervisores não estão familiarizados. Estes fatores podem constar de mudanças prováveis no desenho do produto, nos planos de ação de marketing para uma maior ativação do produto, na proposta dos mesmos para elevar ou reduzir o preço do produto final ao cliente, nos novos métodos de produção que a empresa utilizará e que alterará a qualidade do produto, nas mudanças realizadas ou que serão realizadas pela concorrência, e também em relação a fatores econômicos, como poder aquisitivo do mercado alvo, distribuição de renda, créditos, população e empregos. Com todos esses fatores conexos seria então realizada a previsão final.

Para Mayer (1990) entretanto, o método apresenta desvantagens e a mais significativa dessas desvantagens é que neste caso a previsão é quase sempre subjetiva em toda sua plenitude. Com isso, se as empresas forem suficientemente dotadas de pessoal de venda e do setor administrativo tiverem habilidades inatas para realizarem este tipo de análise subjetivas não serão muito influenciadas, porém, não é o caso de todas as empresas.

- **Indicadores Econômicos**

As empresas também podem descobrir relações diretas entre indicadores econômicos e as vendas da mesma em dado período de tempo. Alguns desses indicadores que influenciam diretamente a previsão da demanda em uma forma geral, e não somente para o mercado de transporte rodoviário e de cargas, segundo (MAYER, 1990), seriam:

- Renda *per capita*;
- Produção de automóveis;
- Renda agrícola;
- Nível de emprego;
- Renda Nacional Bruta;
- Preços ao Consumidor;

- Preços de Mercadorias no Atacado;
- Depósitos Bancários;
- Produção de Aço;
- PIB;
- Licenciamento de Automóveis.

Uma das dificuldades em que este método possa vir a ter, seria a de encontrar o indicador econômico adequado para a previsão que deseja, em alguns casos o indicador é definido e de relação direta, mas em alguns casos, a demanda de dado produto pode não ter relação com nenhum indicador econômico. Além disso, o processo para elaboração deste método pode ser demorado, tendo em vista a quantidade de diferente indicadores econômicos que podem influenciar dada demanda, devemos lembrar também, que o indicador econômico pode variar em relação a grupos ou famílias de produtos, assim como observado no mercado relativo ao tema deste projeto, em que veículos leves não são atingidos por safras do agronegócio assim como os veículos extra-pesados têm relação direta à esses períodos.

Uma outra dificuldade pode ser vista em relação a este tipo de método, em casos que o indicador econômico é calculado anualmente e a empresa trabalhar com demandas mensais ou semanais, deve ser elaborado um cálculo para desmembramento deste indicador, o que poderia vir a causar um erro enorme na sua previsão, não atendendo a séries temporais que influenciariam o mercado.

- **Pesquisa com Clientes**

Para Moreira (1998), a lógica de se tomar a opinião dos consumidores liga-se ao fato de que, na realidade, são eles que determinam a demanda. Com frequência, o número de consumidores potenciais é excessivo para que seja realizada pesquisa de opinião particular. Nesses casos, procede-se por amostragem, conduzindo-se o que se denominam pesquisas de mercado, as quais requerem conhecimentos técnicos especializados e exigem cuidado no seu planejamento. Organizar a estrutura da pesquisa, os instrumentos de coleta dos dados, o plano de execução e interpretar os resultados exige a presença de especialistas no assunto. Tomados os devidos cuidados, entretanto e possuindo a empresa os recursos financeiros e/ou humanos para realizar uma pesquisa de mercado, o método pode, e geralmente é o que ocorre, dar resultados compensadores.



- **Método Delphi**

Segundo Moreira (1998), o método Delphi consiste na reunião de um grupo de pessoas que deve opinar sobre determinado assunto, dentro de regras predeterminadas para a coleta e a depuração das opiniões. O método foi usado pela primeira vez em 1948 visando avaliar o impacto potencial de um ataque à bomba atômica sobre os EUA. Desde então, sua aplicação estendeu-se a outras áreas, particularmente na previsão tecnológica, ou seja, na avaliação de mudanças na tecnologia existente e seu impacto sobre a organização. Envolve situações de longo prazo, nas quais os dados são poucos, ou até mesmo inexistentes, em que o julgamento pessoal é uma das poucas alternativas abertas à previsão.

O grupo de pessoas selecionado, deverão ser pessoas que participarão de todo o processo produtivo, são especialistas no tema em que pauta ou em temas que poderão agregar à previsão. Para o correto funcionamento do método, as opiniões de cada peça participante será independente uma da outra, e o que será discutido neste comitê são as divergências mais significativas levantadas pelo grupo, tendo em vista que são essas que poderão vir a se tornar um gargalo no processo operacional. Após essa discussão e a consolidação de uma única opinião do comitê a sua previsão estará estabelecida.

Segundo Nahmias (1993), como qualquer outro método, o método Delphi apresenta vantagens e desvantagens. Sua vantagem é que ele permite a obtenção de opiniões pessoais sem que se estabeleçam interações dentro do grupo, as quais poderiam distorcer os resultados. Entretanto, é muito sensível à qualidade do instrumento de coleta de opiniões: como o contato pessoal é evitado, não há mecanismos para o debate de eventual ambiguidade em algumas questões que possam surgir.

### **2.2.3.2 Métodos Quantitativos**

Conforme dito anteriormente, os métodos quantitativos têm em sua concepção a análise de dados e informações de períodos passados, e nesta etapa iremos identificar os diferentes métodos para a elaboração da previsão da demanda.

### **2.2.3.2.1 Séries Temporais**

Para Moreira (1998) as séries temporais conforme destacado anteriormente, são aquelas em que são observadas diferentes demandas em dado espaço de tempo, que comumente tem um intervalo igual entre elas, e que seriam adicionadas à previsão pontualmente. Se o período de tempo for suficientemente longo, o padrão da demanda resultante permite distinguir quatro efeitos ou comportamentos que são associados às séries temporais. Sendo eles:

- **Efeito de tendência**

As demandas têm a característica de crescer, decrescer ou manter-se estacionária ao longo de um determinado período.

- **Efeito sazonal**

Se refere ao efeito ocasionado por alterações de demandas pontuais que alteram a demanda em determinadas épocas do ano, como segue o exemplo das safras no mercado de transporte rodoviário e de cargas.

- **Ciclo de negócios**

Neste caso, os ciclos seriam relativos a flutuações econômicas que podem ter periodicidade variável, as causas dos mesmos podem ser distintas, mas como exemplo podemos citar as crises econômicas que fazem com que o ciclo de negócios seja reduzido.

- **Variações irregulares**

São aquelas em que não se consegue identificar a causa da alteração na demanda, neste caso o período analisado desta variação é de curto prazo. Estas variações não são previstas em nenhum modelo de previsão pelo fato justamente de não saber a causa.

#### **2.2.3.2.1.1 Modelos de Decomposição das Séries Temporais**

Para elaborar os modelos de decomposição, são considerados os efeitos citados acima, e sua ideia fundamental é de tentar isolar os vários componentes, com a exceção das variações irregulares que serão consideradas decomposta relativa ao período total de previsão, de forma que cada comportamento possa ser tratado individualmente.

- **Modelo Aditivo**

Neste modelo, a série é tratada pela soma dos componentes, no qual a equação é:

$$Y = (T)+(S)+(C)+(i)$$

Onde:

$Y$  = Demanda prevista

$T$  = Tendência

$S$  = Sazonalidade

$C$  = Componente cíclico

$i$  = Resíduo devido a variações irregulares

Cada um desses componentes é mensurado em unidades de produto, e portanto devem ser somados para chegar à uma única demanda prevista.

- **Modelo Multiplicativo**

Já o modelo multiplicativo que é o mais utilizado pelas empresas atualmente, as componentes da equação continuam as mesmas, o que difere do modelo aditivo é que neste modelo apenas a tendência ( $T$ ) é considerado em unidades, já os demais são expressos em porcentagens de  $T$ . A equação então ficaria:

$$Y = (T).(S).(C).(i)$$

Os valores relativos à tendência são os mesmos em que a linha de tendência passa em determinado período. Já os valores da sazonalidade, tem sua determinação em relação a diferença entre a linha de tendência no passado e o real valor que foi demandado, neste caso seria a dispersão dos dois em porcentagem de variações. A previsão da demanda ( $Y$ ) também pode ser chamada de previsão corrigida pelo efeito sazonal.

### 2.2.3.2.2 Métodos das Médias

Segundo Moreira (1998), o conjunto de modelos que se está nomeando genericamente de métodos das médias detém certas peculiaridades que deverão ser assumidas.

A previsão é sempre obtida por intermédio de algum tipo de média que leva em conta valores reais anteriores da demanda;

Ao contrário do que acontece com as regressões, só se pode prever um período à frente, embora seja possível conceber adaptações para se obter um maior número de previsões futuras;

As médias são móveis, o que significa que, a cada nova previsão, são abandonados os valores mais antigos da demanda real e incorporados os mais novos.

As diferentes formas de cálculos das médias permite uma distinção entre os diversos modelos, os principais modelos utilizados seguem abaixo:

- **Média Móvel Simples (MMS)**

A previsão neste caso é obtida pela média aritmética dos valores demandados imediatamente anteriores ao período relativo. Primeiramente deve-se definir quantos períodos anteriores devem ser considerados para a elaboração da conta. No caso da IVECO, este período é de quatro meses, portanto para exemplificar este cálculo deve-se verificar as unidades vendidas em cada um dos quatro meses anteriores.

Se supormos que no mês  $n-4$ ,  $n-3$ ,  $n-2$  e  $n-1$  foram de 13 veículos, 16 veículos, 14 veículos e 19 veículos respectivamente. Teremos a seguinte equação:

Previsão ( $n$ ) =  $(13+16+14+19) / 4 = 15,5$  – neste caso 16 veículos seriam previstos.

Esta previsão é recomendada para casos em que a demanda é estacionária ou varia muito pouco em relação à média, tendo em vista que um longo período os efeitos da sazonalidade não seriam perceptíveis.

- **Média Móvel Ponderada (MMP)**

Assim como a MMS, a MMP toma os mesmos  $n$  valores anteriores da demanda para compor a média. Porém, diferentemente da MMS, os valores recebem pesos distintos, normalmente refletindo uma maior importância aos valores mais recentes. Se utilizarmos os dados anteriores e colocarmos como pesos 0,1 ; 0,2 ; 0,3 ; 0,4 respectivamente. Teríamos a seguinte equação:

Previsão ( $n$ ) =  $0,1(13) + 0,2(16) + 0,3(14) + 0,4(19) = 16,3$  – neste caso seriam 17 veículos, 1 unidade a mais que da MMS.

Deve-se notar que a soma dos pesos deve ser igual a 1 (100%), além disso a vantagem da MMP sobre a MMS é por colocar pesos em demandas mais recentes, elas podem revelar uma tendência e assim alinhar melhor a sua produção.

- **Média Móvel Exponencialmente Ponderada de 1ª Ordem – MMEP1**

No modelo de média móvel exponencialmente ponderada a princípio sua previsão somente atinge um período a frente, mas existem adaptações que consigam estender a demais períodos.

A previsão da MMEP1 para o período  $t$  é dada pela fórmula:

$$Previsão(t) = Previsão(t-1) + Fração\ do\ erro(t-1)$$

Sua interpretação é simples, a previsão para o período  $t$  é igual a previsão do período anterior, somado ao erro que o mês passado teve em função do que foi previsto e do que realmente ocorreu. Além disso, o valor do erro deve ser multiplicado pelo valor da constante de suavização, que deve ser entre 0 e 1. Isto ocorre, pois não se pode adotar todo o erro, principalmente em caso que a demanda sazonal influenciaria muito nas equações futuras, e provavelmente nos meses seguintes de produção.

- **Média Móvel Exponencialmente Ponderada de 2ª. Ordem – MMEP2**

Diferentemente da MMEP1, a MMEP2 corresponde à uma dupla suavização, ou seja, a diferença é de que neste caso ele utiliza a previsão obtida por MMEP1:

$$D'_t = D'_{t-1} + \textcircled{R} (D_{t-1} - D'_{t-1})$$

Onde:

$D'_t$  = Previsão de 2ª ordem para o período  $t$

$D'_{t-1}$  = Previsão de 2ª ordem para o período  $t-1$

$\textcircled{R}$  = Constante de suavização de 2ª ordem

$D_{t-1}$  = Previsão de 1ª ordem para o período  $t-1$

Em que  $\textcircled{R}$  varia entre 0 e 1.

Neste caso a previsão de 1ª ordem entra no lugar em que ficavam os dados reais na MMEP1. A nova previsão apresenta-se mais suavizada que a anterior, logo, ela estará menos sujeita a variações significativas.

Após alguns períodos, observa-se ser aproximadamente válida a relação:

$$Y - D = D - D'$$

Neste caso, a diferença entre a demanda real e a previsão de 1ª ordem tenderia a igualdade em relação à diferença entre a previsão de 1ª ordem e a previsão de 2ª ordem. Esta relação prova que há uma maneira de corrigir o hiato formado entre a previsão de 1ª ordem e a demanda real, este efeito é o chamado “correção do efeito tendência”, e este oferece uma previsão muito mais próxima à demanda real após um dado período, podendo assim ser escrita como:

$$D_c = D + (D - D') = 2D - D'$$

Onde:

$D_c$  = Demanda corrigida pelo efeito tendência

O único detalhe que poderia atrapalhar esta demanda é a quantidade de períodos necessários para que a mesma se ajuste e possa atender a demanda real.

### 2.2.3.2.3 Modelos de Suavização Exponencial

Assim como no MMP, este método usa uma ponderação distinta para cada valor levantado na série temporal, igualmente os valores mais recentes recebem pesos maiores. Assim, os pesos formam um conjunto que decai exponencialmente a partir de valores mais recentes.

- **Suavização Exponencial para um Processo Constante**

Para Makridakis (1998), se a série temporal mantém-se constante sobre um nível médio, uma suavização exponencial simples pode ser usada para a previsão de valores futuros da série. Sua representação matemática pode ser expressa pela equação:

$$\hat{z}_{t+1} = \alpha z_t + (1 - \alpha) \hat{z}_t,$$

Onde:

$\hat{z}_{t+1}$  = Previsão da demanda para  $t + 1$ , feita no período atual  $t$ .

$\alpha$  = Constante de suavização, assume valores entre 0 e 1.

$z_t$  = Valor observado na série temporal para o tempo  $t$ .

$\hat{z}_t$  = Valor da previsão feita para o tempo  $t$ .

Uma forma de medir a precisão da previsão, é calcular o erro gerado pela mesma, ou seja, a diferença entre o valor observado na série e o valor da previsão. Já o valor da constante de suavização  $\alpha$  é arbitrário. A determinação do valor para esta constante pode ser um valor estabelecido pela opinião dos especialistas, mas também pode-se utilizar por exemplo, a média do quadrado do erros de períodos passados. Neste caso, escolhe-se aleatoriamente um valor inicial para  $\alpha$ , a partir do qual as previsões são geradas, comparam-se os valores previstos com os reais, e por final, calcula-se a média do quadrado das diferenças entre os mesmos.

- **Modelo de Holt**

Para Makridakis (1998), o modelo de Holt pode ser utilizado em séries temporais com tendência linear. Este modelo emprega duas constantes de suavização,  $\alpha$  e  $\beta$ , sendo representado por três equações:

$$L_t = \alpha z_t + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}),$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1},$$

$$\hat{z}_{t+k} = L_t + kT_t.$$

A primeira equação se diz respeito a estimativa do nível da série, já a segunda equação se diz respeito a tendência ou inclinação da linha de tendência da série em questão. Já a terceira equação calcula a previsão da demanda para os próximos  $k$  períodos.

O método de Holt assim como nas equações de suavização exponencial simples, requer valores iniciais. Uma forma para calcular esses valores caso não existam, é realizar uma regressão linear simples para calcular a declividade da linha de tendência e assumir o valor de  $L_0$  como a origem da série.

- **Modelos de Winters**

Os modelos de Winters, diferenciam-se dos demais pois, além de verificar a tendência linear da demanda verificada, é agregado um valor de sazonalidade para que estes períodos se adaptem às grandes variações pontuais e com distanciamento similar entre eles. São dois os modelos, aditivos e multiplicativos. No caso dos aditivos, a diferença entre os maiores e menores valores observados permanecem relativamente constantes com o tempo. Já o modelo multiplicativo, a amplitude da variação sazonal aumenta ou diminui dependendo da função do tempo.

- **Modelo Sazonal Multiplicativo**

Para Makridakis (1998), o modelo multiplicativo de Winters é utilizado na modelagem de dados sazonais onde a amplitude do ciclo sazonal varia com o passar do tempo. Sua representação matemática pode ser expressa pela equação:

$$L_t = \alpha \frac{Z_t}{S_{t-s}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) ,$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} ,$$

$$S_t = \gamma \frac{Z_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-s} ,$$

$$\hat{z}_{t+k} = (L_t + kT_t)S_{t-s+k} ,$$

Onde:

$S$  = Uma estação completa de sazonalidade.

$L_t$  = Nível da série.

$T_t$  = Tendência da série.

$S_t$  = Sazonalidade da série.

$\hat{z}_{t+k}$  = Previsão para  $k$  períodos a frente.

$\gamma$  = Constante de suavização que controla o peso relativo a sazonalidade.

Diferentemente da equação do modelo de Holt, a primeira equação deste modelo tem o seu primeiro termo dividido por uma componente



sazonal, eliminando assim a flutuação sazonal de  $z_t$ . Já a segunda equação, é igual ao método de Holt. E a terceira equação, faz o ajuste sazonal em relação ao  $z_t$ .

Para a estimativa do componente sazonal, necessita-se de no mínimo um período completo de observações a respeito da sazonalidade a ser incluída. As estimativas iniciais do nível e da tendência são feitas, então, no período definido pela observação sazonal.

- **Modelo Sazonal Aditivo**

Segundo Makridakis (1998), o modelo aditivo de Winters é utilizado na modelagem de dados sazonais onde a amplitude do ciclo sazonal permanece constante com o passar do tempo. E suas equações ficariam desta maneira:

$$L_t = \alpha(z_t - S_{t-s}) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}),$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1},$$

$$S_t = \gamma(z_t - L_t) + (1 - \gamma)S_{t-s},$$

$$\hat{z}_{t+k} = L_t + kT_t + S_{t-s+k}.$$

Onde a legenda para os fatores segue a mesma do modelo multiplicativo, diferenciando-se somente em sua componente sazonal, na qual está efetuando operações de soma e subtração, ao invés de multiplicar e dividir.

Os componentes sazonais no caso devem ser calculados segundo a equação abaixo:

$$S_1 = z_1 - L_s, S_2 = z_2 - L_s, \dots, S_s = z_s - L_s.$$

#### 2.2.4 Previsão Fortemente Sazonal

Para Russomano (1986), nem sempre a previsão de demanda para o ano transforma-se automaticamente na previsão geral de produção. Isso acontece quando a previsão de demanda é fortemente variável e fortemente sazonal, ou seja, varia muito conforme a época do ano.

Segundo o mesmo autor, para conciliar a produção com uma previsão de demanda de tal tipo, existem algumas soluções, e abaixo seguem as principais.

Produzir de uma maneira estável, estocando produtos de janeiro a junho, por exemplo, e consumindo mais do que produzindo de julho a dezembro.

Produzir de acordo com a previsão de demanda, ajustando a capacidade da fábrica à demanda dos produtos, contratando e despedindo pessoal conforme as necessidades e criando um segundo turno quando for atingida a capacidade de um único turno.

Produzir de uma maneira variável, porém, com patamares estáveis, em que se combinam os recursos das duas soluções anteriores, o que pode ser obtido com trabalho em tempo parcial seguido de horas extras e, inclusive, um segundo turno sazonal menor.

Antigamente, as empresas trabalhavam utilizando o método de produção variável. Hoje em dia, apenas as empresas que o seu produto acabado é perecível ou que tem matérias-primas sazonais, utilizam este tipo de produção. Este método é mais caro e além disso oferece uma condição de trabalho para seus colaboradores de incerteza e dúvida, tendo em vista o grande fluxo de colaboradores na empresa.

Atualmente, tem-se procurado o método em que se tem uma produção estável, valorizando o trabalhador, um menor custo de treinamento e especialização, entre outras vantagens. Porém, um detalhe que é comumente discutido a respeito deste tipo de produção, seria o custo de estocagem para adequar a demanda de um grande período para a produção do mesmo, pois, caso exista um aumento abrupto da demanda, a companhia deverá atender ao mesmo.

### **2.2.5 Escolhendo o Tipo de Previsão Correta**

A oferta nem sempre equivale à demanda efetiva de um produto, para isso são necessários que inicialmente sejam definidos os objetivos do modelo de previsão e qual utilidade do mesmo. Em seguida, é preciso averiguar qual a disponibilidade de dados, onde deve ser identificada uma série histórica que servirá de base no modelo de previsão. Deve-se cuidar, não só na coleta das informações, mas também na escolha da técnica, estabelecendo uma prática racional para identificar, entre os métodos, o mais adequado ao caso (BALLOU, 2005).

Segundo Carmo (2009), a escolha do modelo de previsão se dá em função dos dados coletados. Quando se obtém uma série histórica da produção do produto em questão, utilizam-se modelos baseados em séries temporais. Quando não se possui um histórico dos dados, podem-se utilizar modelos baseados em correlação, onde os dados que são levados em consideração são de uma variável independente, na qual a previsão ficará baseada. Com o

modelo escolhido, obtém-se as previsões, que devem ser monitoradas a fim de reduzir os erros na previsão.

Para Riggs (1987), uma organização simples pode usar diversos modelos de previsão de demanda distintos para antecipar o futuro de suas várias atividades. Também provavelmente vai usar métodos diferenciados durante o ciclo de vida de um único produto. A seleção dependerá de alguns ou de todos fatores seguintes:

- Disponibilidade e precisão de dados históricos;
- Grau de precisão esperado da previsão;
- Custo de desenvolvimento da previsão;
- Tamanho do período da previsão;
- Tempo disponível para fazer a análise;
- Complexidade de fatores que afetam futuras operações.

Para definir o melhor método para calcular a previsão, o gerente ou responsável, deverá calcular qual seria a perda para cada unidade de previsão de demanda caso esteja errada em relação à demanda real. O mesmo então deve avaliar o custo e os benefícios que a previsão traria à companhia, realizando um balanço das informações realmente necessárias para a previsão se tornar cada vez mais próxima à realidade futura.

### 3 METODOLOGIA DE PESQUISA

*Neste capítulo será apresentado tanto a classificação do tipo de pesquisa proposta neste trabalho, quanto as etapas de execução durante o mesmo.*

#### 3.1 Classificação da Pesquisa

Para legitimar um conhecimento adquirido empiricamente, o método científico é a forma encontrada pela sociedade para legitimar o mesmo, ou seja, quando um conhecimento é obtido pelo método científico, qualquer pesquisador que repita a investigação nas mesmas circunstâncias, obterá o mesmo resultado, desde que os mesmos cuidados sejam tomados (CAMPONAR, 1991)

De acordo Turrioni (2011), uma pesquisa científica pode ser classificada de acordo os seguintes parâmetros: natureza, objetivos, abordagem e método.

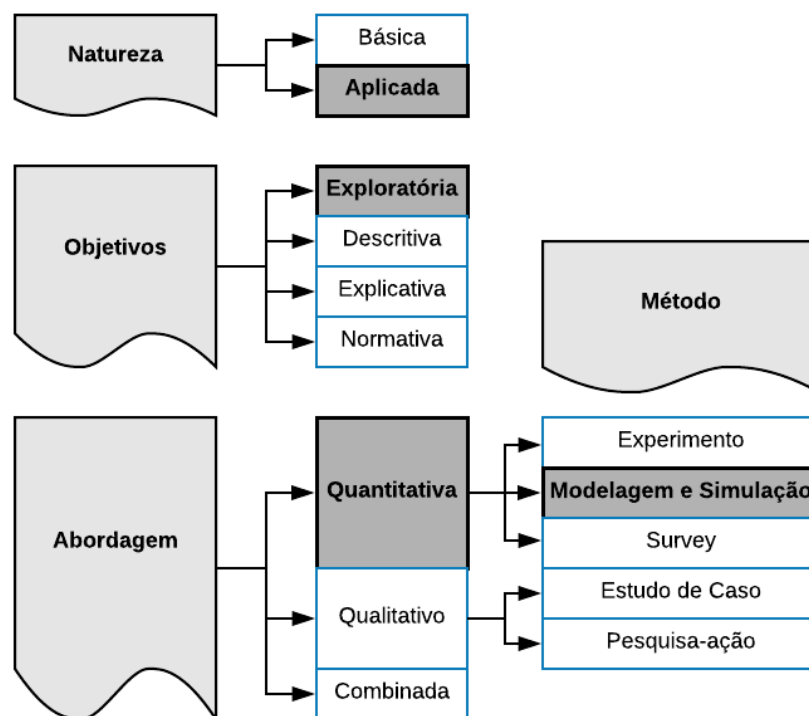


Figura 7 – Classificação da Pesquisa do Projeto

A natureza é classificada como aplicada em virtude do seu interesse prático, pretende-se que os resultados alcançados após o desenvolvimento do estudo sejam aplicados e utilizados na solução de problemas que ocorrem na realidade (TURRIONI E MELLO, 2011).

Classificando a pesquisa quanto aos objetivos, podemos dizer que esta é uma pesquisa exploratória, tendo em vista que a análise do problema busca proporcionar maior familiaridade com o assunto a fim de levantar hipóteses. A pesquisa exploratória compreende a pesquisa de literaturas sobre o tema.

A abordagem é quantitativa, onde os resultados da pesquisa podem ser quantificados. Como as amostras geralmente são grandes e consideradas representativas da população, os resultados são tomados como se constituíssem um retrato real de toda a população alvo da pesquisa. A pesquisa quantitativa se centra na objetividade. Influenciada pelo positivismo, considera que a realidade só pode ser compreendida com base na análise de dados brutos, recolhidos com o auxílio de instrumentos padronizados e neutros. A pesquisa quantitativa recorre à linguagem matemática para descrever as causas de um fenômeno, as relações entre variáveis, etc. (FONSECA, 2002).

Quanto à seleção do método para a pesquisa, a modelagem seria o escolhido por se utilizar de técnicas matemáticas para descrever o funcionamento de um sistema ou de parte de um sistema produtivo. Segundo Mello (2001), o modelo não deve exibir complexidade que o impossibilite de ser compreendido e manipulado. Mas salienta que essa característica é de difícil alcance devido os modelos realísticos raramente serem simples, num contraponto com os modelos simples raramente realísticos.

### **3.2 Execução da Pesquisa**

As etapas que compõem a pesquisa, consistem em algumas atividades para que alcancemos um resultado satisfatório. A pesquisa científica tem a necessidade de definição de seu objeto de estudo e, a partir daí, construir um processo investigativo, ao delimitar o universo que será estudado. Se observarmos os extremos, em uma ponta são identificados os estudos agregados, quando a intenção é examinar o próprio universo, e na outra, os estudos de caso, quando se estuda uma unidade ou parte desse todo. No entanto, em relação aos estudos de caso, deverá haver sempre a preocupação de se perceber o que o caso sugere a respeito do todo, e não o estudo apenas daquele caso. Neste trabalho o universo a ser tratado é simples e bem delineado que seria dentro do setor automotivo de caminhões de cargas como é feita a

previsão de demanda da empresa IVECO e se a mesma está de acordo com o recomendado pela literatura estudada.

Segundo Yin, o estudo de caso representa uma investigação empírica e compreende um método abrangente, com a lógica do planejamento, da coleta e da análise de dados. Portanto, pode incluir tanto estudos de caso único, quanto múltiplos, assim como abordagens quantitativas e qualitativas de pesquisa. No caso do projeto em questão, o estudo de caso teria foco único na empresa selecionada e com uma visão quantitativa, em termos do que deve ser utilizado para o estudo e em volta de todo o referencial teórico.

As etapas que compõe a execução da pesquisa são:

- Formulação do Problema;
- Construção do Modelo;
- Resolução do Modelo;
- Teste do Modelo e da solução;
- Controle das soluções;

## 4 DESCRIÇÃO DA EMPRESA

*Este capítulo descreverá um pouco da história da empresa em que o estudo de caso será focado, além dos números obtidos pela mesma nos últimos anos e o modelo de previsão de demanda atual da empresa.*

### 4.1 IVECO

Considerada uma das maiores fabricantes de caminhões do mundo, a IVECO, cujo nome representa a sigla para “Industrial Vehicle Corporation” é uma empresa full-liner, com uma gama completa de veículos comerciais em todos os segmentos do mercado. Conceitos como inovação e visão estratégica fazem parte do dia-a-dia da empresa, por isso investe continuamente em tecnologia e no desenvolvimento de produtos.

A IVECO possui 23 fábricas em 19 países da Europa, Ásia, África, América do Sul e Oceania, e seis centros de desenvolvimento de produto no mundo e está presente comercialmente em mais de 160 países, com 25 mil colaboradores diretos e aproximadamente cinco mil pontos de venda e atendimento do mundo.

A empresa atua no Brasil desde 1997 e se dedica à produção e comercialização de caminhões e ônibus, com uma moderna fábrica em Sete Lagoas, Minas Gerais. A sede administrativa situa-se em Nova Lima (MG) e possui regionais (escritórios comerciais) em São Paulo, Curitiba, Brasília e Recife.

Inaugurada em 2000, a fábrica de caminhões da IVECO em Sete Lagoas é considerada uma das mais modernas no país. É um exemplo mundial de eficiência, pelo seu alto nível de flexibilidade produtiva. Demandou investimentos de R\$ 570 milhões e é responsável pela fabricação de caminhões leves (3,5 a 7,9 Toneladas PBT), médios (8 a 15,9 Toneladas PBT), semi-pesados (16 a 31 Toneladas PBT), pesados (a partir de 45 Toneladas PBT) e micro ônibus. A fábrica situa-se em uma área de 2,35 milhões de metros quadrados, sendo que, atualmente, estão ocupados cerca de 600 mil metros quadrados.

Desde 2006, quando deu início a um plano de investimentos, a empresa lançou seis novas famílias de produtos e multiplicou suas vendas por cinco, atingindo, em 2010, a soma de 16.000 caminhões vendidos no Brasil.

O plano de desenvolvimento de investimentos foi responsável pela inauguração, em 2008, do Centro de Desenvolvimento de Produto, em Sete Lagoas, o primeiro da IVECO fora da Europa. No centro, trabalham cerca de 120 engenheiros e 200 técnicos, mecânicos, motoristas, eletricitas e ferramenteiros com a responsabilidade de desenvolver os futuros produtos da empresa para o mercado brasileiro e latino americano.

Em 2009, a empresa inaugurou uma nova unidade produtiva de caminhões pesados no complexo industrial de Sete Lagoas, ampliando a capacidade da fábrica para 70 mil unidades. Em 2010, a empresa inaugurou o Centro de Operações de Peças IVECO (COPI), em Sorocaba, São Paulo, com 10 mil metros quadrados de área construída e 100 mil metros cúbicos de área de armazenamento.

A IVECO possui hoje, mais de 100 locais de vendas de caminhões, atendimento e serviço aos clientes da marca em todo o Brasil.

Em 2013 a IVECO se fundiu com a companhia de maquinário agrícola e de construção norte americana CNH Global (empresas CASE e NEW HOLLAND) e que também faz parte do Grupo Fiat, se tornando hoje o grupo CNH Industrial. A partir da fusão, a nova companhia consolidou-se entre as maiores do mundo em bens de capital, com 64 fábricas em todo o mundo, presença em 170 países e um receita líquida de 26 bilhões de euros em 2012 e um lucro operacional superior a 2 bilhões de euros no mesmo período.

O Grupo CNH é composto hoje pelas marcas Case Construction, New Holland Construction, Case IH, New Holland Agriculture, IVECO e FPT (Fiat Power Train). Oferece soluções completas nos segmentos de construção, agricultura e transporte de cargas e passageiro, veículos especiais, motores e transmissões.

#### **4.1.1 Missão, Visão e Valores**

Missão:

- Crescer de maneira sustentável, orientada para o cliente.

Visão:

- Ser a melhor do mercado em produtos e serviços inovadores e eficientes, criando um ótimo relacionamento com os clientes e a prática da sustentabilidade.

Valores:

- Sustentabilidade – Respeitar os princípios econômicos, ambientais e sociais.
- Confiabilidade – Entregar o que prometemos em termos de produtos, serviços e atendimento.



- Compromisso com a inovação e a melhoria contínua de produtos e serviços.
- Espírito de equipe – Funcionários, fornecedores, *dealers* (Concessionários) e clientes: um time focado em resultados.
- Desempenho – Produtos e serviços que agregam valor aos negócios de nossos clientes.

## 4.2 Dados do Mercado

A indústria de caminhões assim como diversas indústrias, baseia-se nos resultados tanto quantitativos quanto por fatia de mercado, neste caso seria o número de emplacamentos, já que não podemos saber as vendas reais de cada montadora, apenas de que as grandes vendas ou vendas de key-account (vendas de clientes que possuem relevância no volume do cenário nacional ou que influenciam a sua região) em que normalmente todas montadoras participam com propostas individuais, como se fosse uma licitação. Os resultados quantitativos são utilizados para verificar se o previsto de veículos emplacados na indústria condiz com a realidade do mercado atual. Os resultados pela fatia de mercado representam a relevância da marca em questão de participação ativa no mercado. Porém, algumas informações podem distorcer os números, como por exemplo o emplacamento de um dado cliente ser representado em apenas um mês, distorcendo o número competitivo da área de atuação em que ele está situado.

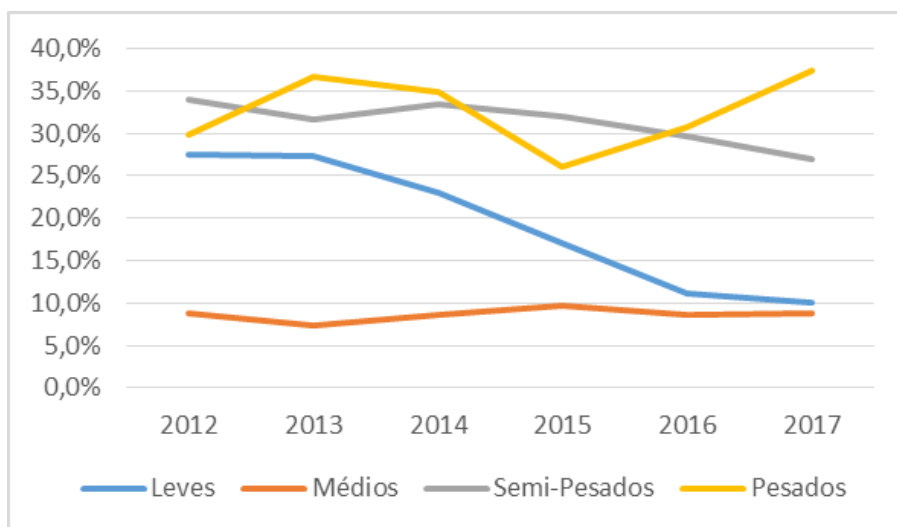
Abaixo seguem duas análises de dados entre 2008 a 2017 fornecidos abertamente pela ANFAVEA (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores), entidade que reúne as montadoras e fornece informações estatísticas de mercado, onde serão representados os dados da IVECO no mercado nacional, mercado nacional por segmento, a participação de cada segmento IVECO no mercado nacional e uma análise de evolução do mercado. Além disso, iremos fazer uma análise correlacionando a produção, exportação e licenciamento em âmbito nacional, para avaliar o que se passou nesse período e algumas inferências a respeito ao propósito do projeto.

**Tabela 1 – Licenciamento - Mercado Nacional Segmentado**

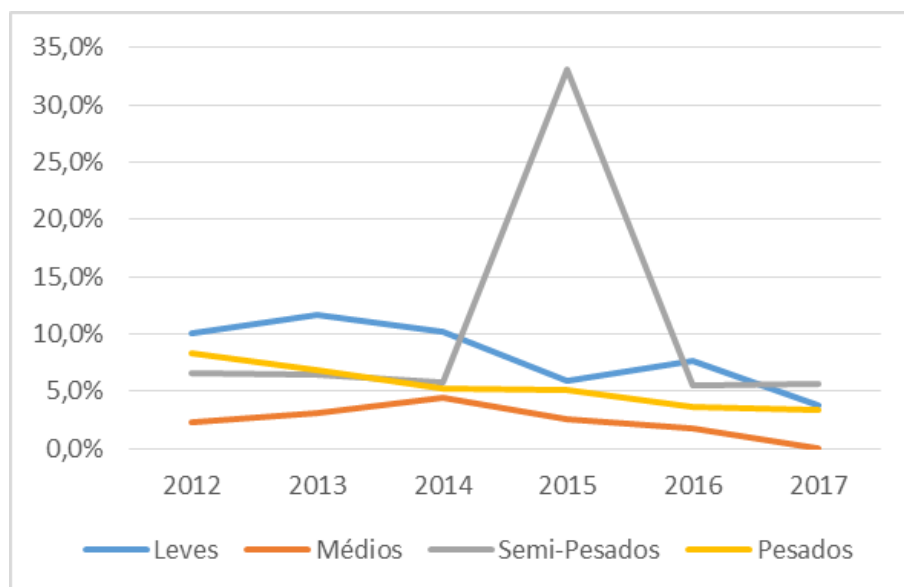
Licenciamento Caminhões Nacionais						
Leves	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Iveco	3737	4297	3172	1361	1155	512
Iveco%	10,11%	11,71%	10,24%	5,90%	7,66%	3,80%
Total	36973	36691	30980	23083	15080	13469
Médios	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Iveco	267	348	518	176	77	2
Iveco%	2,25%	3,13%	4,43%	2,53%	1,83%	0,05%
Total	11846	11134	11695	6965	4218	4439
Semi-Pesados	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Iveco	3024	3081	2630	7587	803	772
Iveco%	6,59%	6,43%	5,81%	33,07%	5,55%	5,70%
Total	45876	47911	45232	22940	14473	13535
Pesados	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Iveco	3349	3779	2475	952	538	638
Iveco%	8,36%	6,81%	5,26%	5,10%	3,59%	3,41%
Total	40083	55466	47091	18663	14983	18719
Mercado Total	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Iveco	10377	11505	8795	10076	2573	1924
Iveco%	7,70%	7,61%	6,51%	14,06%	5,28%	3,84%
Total	134778	151202	134998	71651	48754	50162

**Tabela 2 – Licenciamento Segmentado**

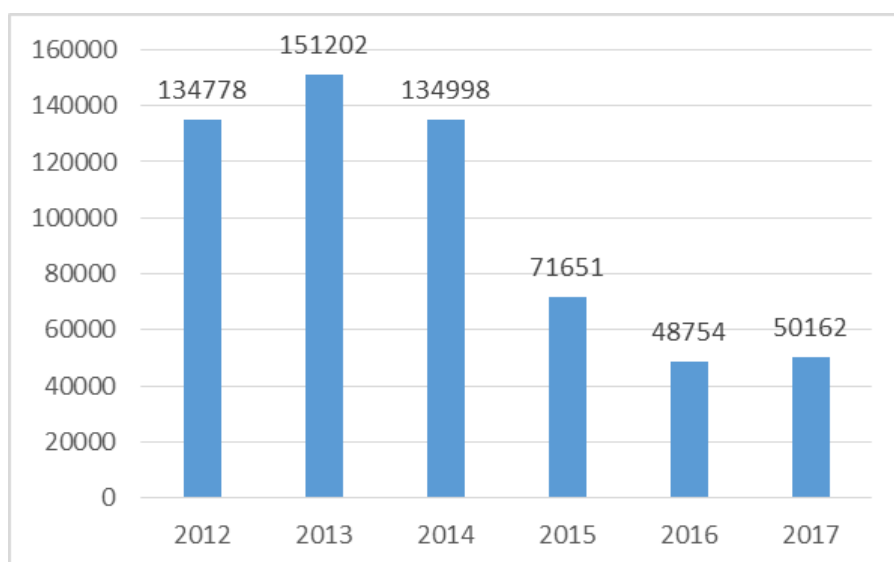
Licenciamento Caminhões Nacionais						
%Segmentos	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Leves	27,4%	27,2%	23,0%	17,1%	11,2%	10,0%
Médios	8,8%	7,4%	8,7%	9,7%	8,7%	8,8%
Semi-Pesados	34,0%	31,7%	33,5%	32,0%	29,7%	27,0%
Pesados	29,7%	36,7%	34,9%	26,0%	30,7%	37,3%



**Gráfico 1 – Evolução do Mercado por Segmento**



**Gráfico 2 – Evolução do Market-Share IVECO**



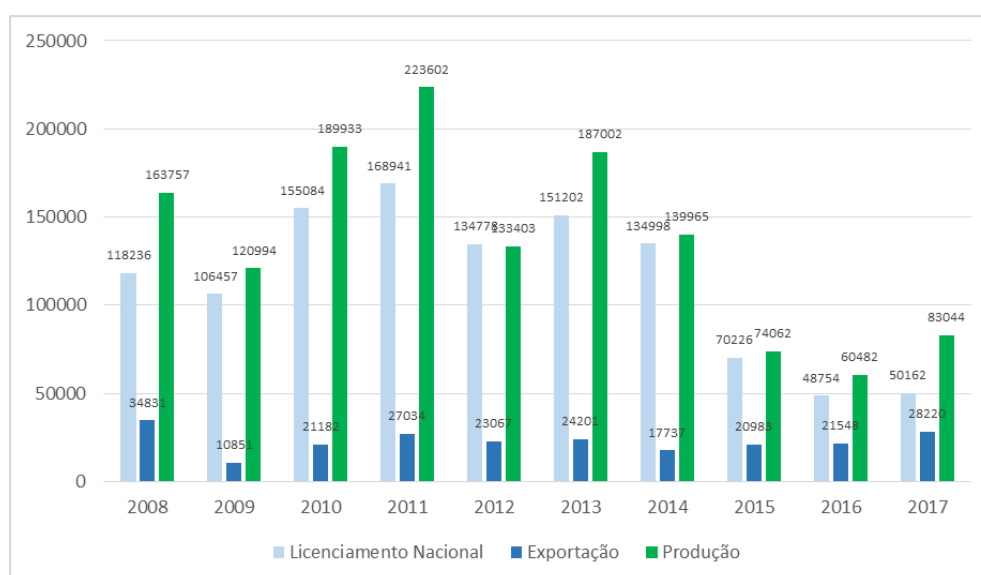
**Gráfico 3 – Evolução do Mercado Nacional**

Primeiramente, as informações constadas acima, só estão disponíveis nesta amostra a partir de 2012, por essa razão não foi feita uma análise completa dos 10 anos. A partir destes dados, podemos verificar de acordo com o Gráfico 3, primeiramente um crescimento do mercado de 2012 para 2013, e desde então sua queda, que ao final de 2017, bateu 0,33% do seu volume em relação à 2013, um mercado que como comentamos anteriormente é um dos maiores responsáveis pela movimentação econômica do país. A segunda percepção é o comportamento do segmento dos Pesados, em que foi o único que não chegou a 30% do seu volume de 2013 para 2017.

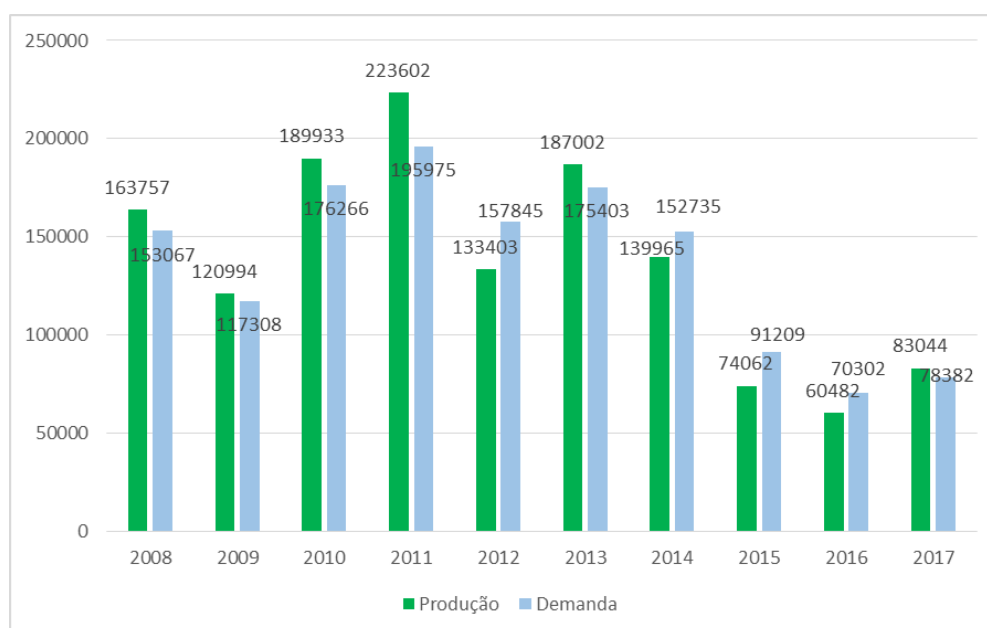
Analisando a empresa IVECO, podemos verificar a queda constante em todos segmentos, muito ocasionada tanto pela redução de mercado do segmento de Leves, quanto

pela sua fatia de mercado sendo aos poucos reduzida em todos os segmentos. A respeito do seu ótimo resultado no segmento de Semi-Pesados no ano de 2015, e, consultando ex-colegas, verifiquei que o número veio tanto em função do lançamento de uma nova linha de produto, que não existia no mix, quanto por compras de alto volume tanto por órgãos públicos quanto empresas particulares.

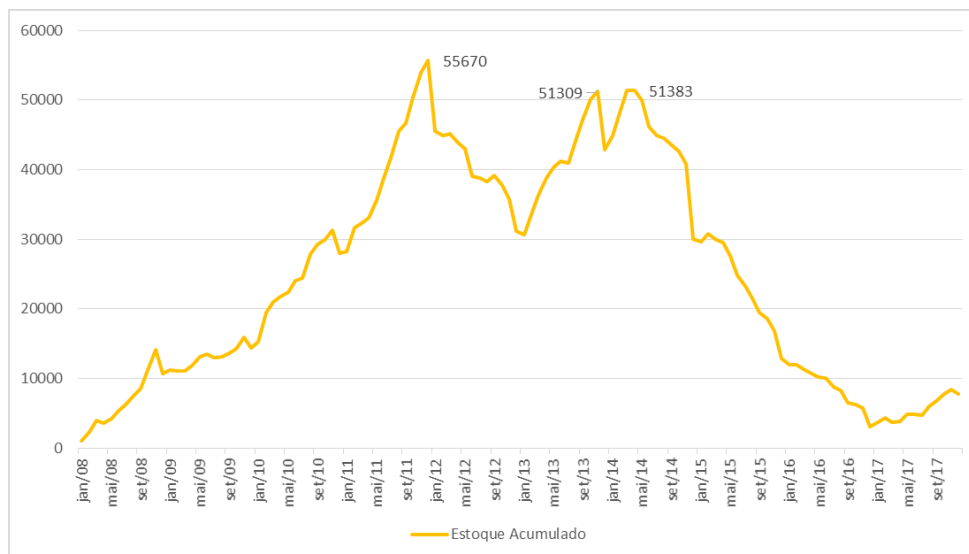
Para estabelecer um parâmetro entre a demanda e a produção, utilizamos outra base de dados, esta dos últimos 10 anos, da própria ANFAVEA, em que os parâmetros utilizados foram os seguintes: produção nacional, licenciamento nacional, exportação e algumas análises correlacionando cada um destes parâmetros.



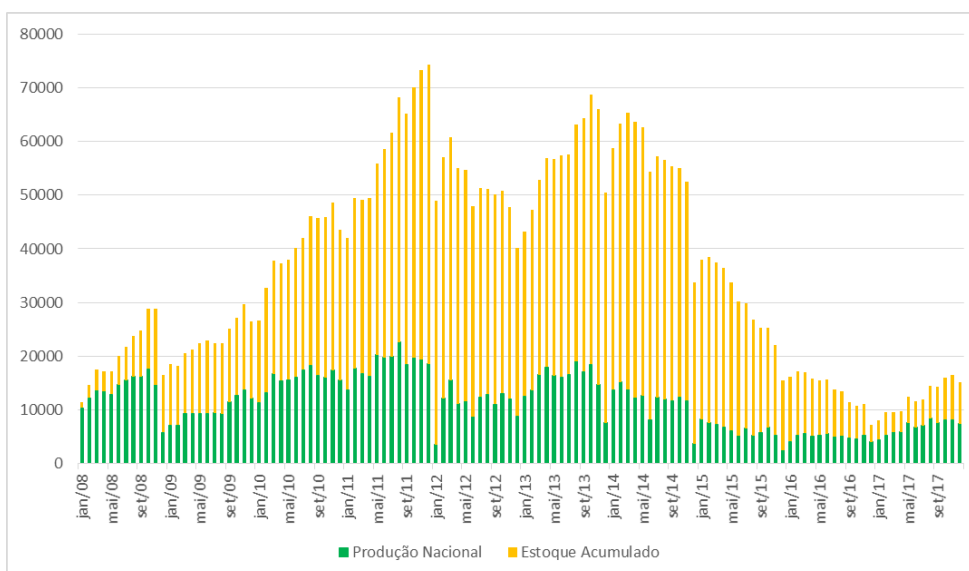
**Gráfico 4 – Licenciamento Nacional x Exportação x Produção**



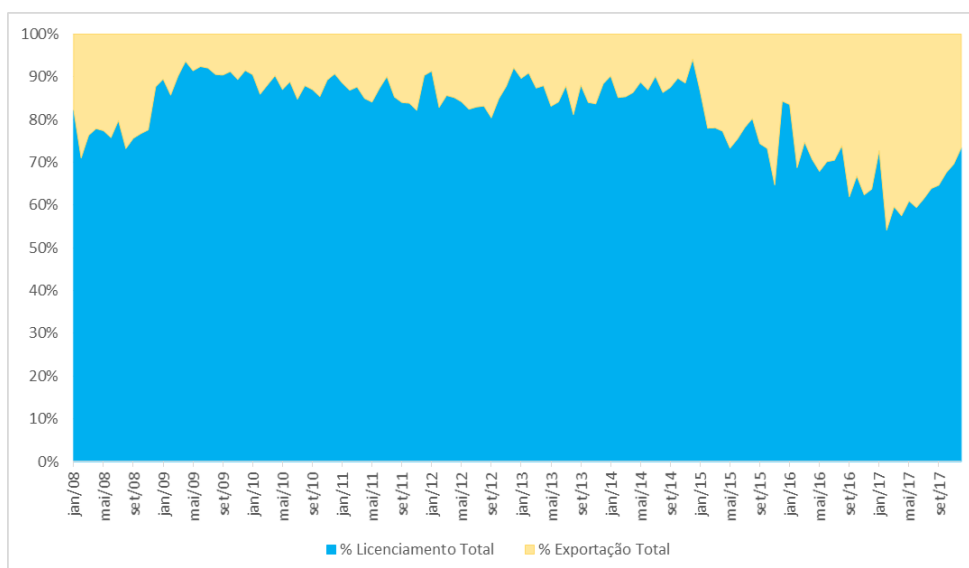
**Gráfico 5 – Produção x Demanda**



**Gráfico 6 – Estoque Acumulado**



**Gráfico 7 – Produção x Estoque Acumulado**



**Gráfico 8 – Licenciamento Nacional x Exportação**

A partir destes gráficos, podemos analisar alguns aspectos importantes para a previsão da demanda deste setor, nos gráficos 4 e 5, podemos verificar que nem em todos os anos a produção é superior à demanda total, caso juntarmos a demanda nacional às exportações.

O gráfico 6, foi uma análise feita utilizando uma conta simples, em que se reduzia do número produzido tanto as exportações, quanto aos licenciamentos nacionais, e assim teríamos o estoque atual no mercado. Neste mesmo gráfico é possível verificar que em valores acumulados de estoque, chegamos à uma marca que segundo os cálculos utilizados pelas montadoras, em que o estoque é baseado em quantos meses de fornecimento ele teria capacidade, seria o suficiente para suprir quase 5 meses da demanda total. Um valor muito elevado se colocarmos em custos e capitais imobilizados. Já o gráfico 7, fizemos uma análise entre a produção mensal e o estoque acumulado mensal, neste é possível verificar que mesmo com os níveis de estoque aumentando por meses, as montadoras continuaram produzindo em uma carga acelerada, um caso bem evidente de falta de previsão de demanda assertiva e consequentemente um mal planejamento de sua produção.

No gráfico 8, fazemos uma análise com relação a importância que vem ganhando a exportação de veículos de transporte de cargas para suprir a pequena demanda nacional a partir do final de 2014.

Além desses dados levantados, analisando as variáveis encontramos os seguintes valores para correlações e médias para futuros cálculos:

Correlação (Demanda Total - Produção)	0,87
Demanda Total Média Mensal	11404,1

Este valor de correlação, significa que existe uma relação direta entre o que é produzido e o que é demandado, porém, poderia ser maior.

### **4.3 Programação atual da empresa**

A IVECO, hoje, trabalha com uma produção puxada, uma produção em que o objetivo é produzir somente o que é realmente necessário ou que tenha demanda para o produto final, porém, esta produção tem como objetivo alcançar as metas solicitadas pela sede da empresa na Itália, mesmo que para isso seja necessário uma produção acima da demanda.

A programação é feita de acordo com a “cota” relativa a cada concessionária da rede. Cada concessionária recebe uma carta no início de cada mês N que contém os objetivos de cada concessionária em termos de fatia de mercado para cada segmento e uma recomendação

de veículos a serem produzidos para a mesma, que serão entregues no mês N+4, ou seja, o que a concessionária receberá em estoque quatro meses depois desta confirmação. A confirmação de todos os veículos faz com que a concessionária receba bônus no faturamento destes e outros veículos no período N, fazendo com que as mesmas devam confirmar todos os pedidos recomendados mesmo que depois venham a cancelá-los. Isto causa uma discussão entre a rede de concessionárias e a montadora, pois muitas das vezes o concessionário confirma os pedidos, que nem sempre são adequados ao mercado deles, somente para conseguir os bônus e devolvem os veículos ao final dos quatro meses porque já tem estoque suficiente ou porque o veículo não corresponde à demanda local.

A recomendação na carta-cota é baseada em uma planilha um tanto quanto contestada, o seu cálculo é baseado na média de vendas de cada segmento pela concessionária nos últimos doze meses, somada a uma porcentagem que é estabelecida por quatro faixas de resultado (vendas/objetivos) para que se possa atingir o objetivo estipulado pela sede italiana, sem que haja uma análise do mercado em que a concessionária está localizada. Portanto todas as concessionárias devem cumprir os objetivos em todos os segmentos mesmo que não exista mercado para tais produtos na sua malha de atendimento, fazendo com que a rede seja abastecida muitas vezes de veículos que não deveriam nem ter sido produzidos.

Estas faixas são divididas em:

- **Vermelha**: abaixo de 80% do objetivo previsto. Objetivo segue o mesmo.
- **Amarelo**: entre 80% e 99,9% do objetivo previsto. Objetivo acrescido em 10%.
- **Verde**: entre 100% a 119,9% do objetivo previsto. Objetivo acrescido em 15%.
- **Azul**: acima de 120%. Objetivo acrescido em 20%.

Como estas faixas são estabelecidas em porcentagem, em certos casos este número em volume pode significar um aumento significativo em unidades, como por exemplo, um mercado em que o segmento de médios tem um volume de 100 veículos ao mês e o objetivo da concessionária foi de 10% ou 10 unidades neste caso, for cumprido, no próximo mês seu objetivo será de 11,5% ou 12 unidades, mas se um grande frotista fizer uma compra de alto volume, o mercado pode ser alterado em grande escala fazendo com que o objetivo não seja de 12 unidades mas sim de 11,5% em um mercado que pode chegar a um volume três vezes o valor anterior, fazendo com que seu objetivo saia de um patamar de 10 a 12 unidades para 30 a 35 unidades de um mês para o outro, fazendo com que em casos como este o foco da concessionária em tal segmento seja deixado de lado para que no próximo mês o objetivo seja estabilizado, ou em outros casos os concessionários trabalham o suficiente para alcançar a

meta do mês e nada mais que isso, pois os mesmos sabem que se ultrapassar os 120% de conclusão do objetivo, seu objetivo será aumentado significativamente.

Além dos pedidos confirmados pela rede de concessionários, cada Regional tem um objetivo de pedidos a ser entregue à fábrica de acordo com o que for solicitado por cada APM (*Area Professional Manager*) mesmo que não exista uma demanda ou concessionário para aquele pedido. Este número inclui os pedidos para clientes *Key Account*, como citado anteriormente, são os clientes de grandes volumes ou de importância significativa em seu mercado, os mesmos que podem interferir tanto no volume do mercado, quanto na fatia de mercado de uma dada concessionária. Tendo em vista que o emplacamento de tais veículos entram na fatia de mercado do concessionário responsável pela região, isto pode ser positivo quanto negativo, pois por um lado o concessionário cumprindo os objetivos previstos ganha o bônus para faturamento de acordo com sua fatia de mercado. Os mesmos nos próximos meses podem ter um objetivo exorbitante se comparado ao real volume vendido por eles, já que neste caso as negociações na maioria das vezes é feita entre o cliente e a fábrica, sem que haja uma venda real pelo concessionário, até porque os produtos entregues à estes clientes provem diretamente da fábrica e não do estoque do concessionário local.

Este somatório de confirmações cria o chamado mix de produção da fábrica para o mês vigente, então a fábrica inicia sua produção desde o pedido de peças necessárias até que o veículo pronto seja entregue ao consumidor final após o período de quatro meses. Mas se após o período de produção, o concessionário cancelar os pedidos confirmados anteriormente ou algum cliente de grande porte cancelar a compra, teremos produtos finalizados sem demanda alguma, e com isso os custos de armazenagem e estoque tanto de peças quanto dos veículos, irão aumentar e este custo será acrescido aos preços finais dos produtos que têm uma demanda linear e constante. Este aumento do preço final aos consumidores na situação do mercado atual em recessão pode causar uma diminuição na competitividade em negociações se comparado às outras marcas concorrentes, o que poderia vir a se tornar um ciclo vicioso ao praticar preços maiores com demandas cada vez menores, perdendo vendas e clientes.

#### **4.4 Previsão da Demanda na IVECO**

As empresas em sua grande maioria, não podem iniciar sua produção somente quando o pedido do cliente é emitido, para isso elas devem determinar quantitativamente e qualitativamente quais equipamentos serão necessários para a correta produção, atendendo as necessidades e requisitos do cliente de acordo com o projeto conceitual do produto. A razão



disso ocorrer simplesmente é que o cliente pode até aguardar um dado período para o recebimento de seu produto, mas este período é relativo. No caso de caminhões, um pedido desde sua emissão até sua conclusão demoraria cerca de 4 meses para que fosse finalizado, pouquíssimos clientes aguardariam tanto por algo que já foi pago. Para isso é utilizada a antecipação da demanda, que tem a função de garantir que sua unidade fabril tenha a capacidade de atender a todos os pedidos.

As empresas como um todo, produzem tanto produtos padronizados, quanto produtos customizados. Produtos padronizados são aqueles que são produzidos para uma criação de estoque para a pronta-entrega, já os produtos customizados são aqueles nos quais a sua produção é baseada em escolhas feitas pelo cliente final, também chamada de produção puxada. As montadoras de caminhões seguem do mesmo princípio, produzem em grande quantidade de produtos *MTS*, e em menor quantidade produtos *MTO*, e em alguns casos *ATO*. Entretanto, estes fatores não significam que uma empresa deverá atentar-se somente à previsão dos produtos padronizados, tendo em vista que, produtos customizados contribuem de forma significativa para o setor de vendas. Para isso as empresas precisariam estar capacitadas para atender estes tipos de pedidos em um período de tempo satisfatório, logo, elas necessitam de uma previsão de demanda para todos os tipos de produto.

A respeito dos produtos padronizados, podemos destacar também, que a empresa projetará suas vendas futuras para cada produto que fabrica. Em certos casos, isto se torna inviável, pois a companhia pode estar produzindo uma grande variedade de produtos que qualquer tentativa de previsão por produto iria despender uma quantidade enorme tanto de tempo quanto de custo. Uma solução para isso, seria a elaboração de grupos de produtos e assim projetar a venda dos mesmos em blocos, no caso da indústria de caminhões ela é dividida em Leves, Médios, Semi-Pesados e Pesados.

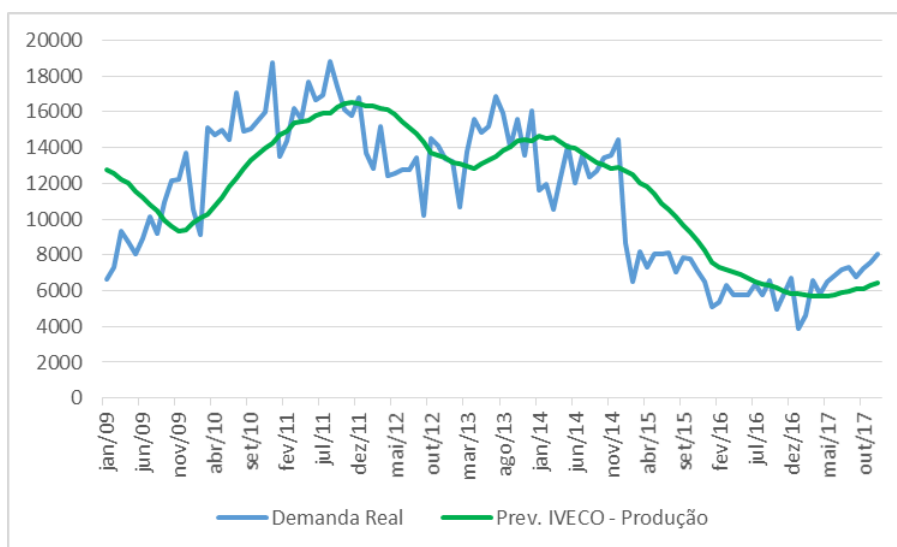
Não são somente companhias que produzem para estoque que necessitam de estimações de vendas. Claro que nestes casos as empresas não podem dar um passo sequer, sem que haja essa previsão, já que a produção é feita antes da emissão do pedido do cliente final. Mas no caso das empresas que trabalham sob demanda, se não houver uma previsão mesmo que mínima tanto do que produzir como do *setup* necessário para produzir, o produto terá uma demora para entrega maior do que para estoque.

Não é só uma previsão que é utilizada para elaboração de um planejamento de negócios, mas sim de diversas previsões conjuntas, como por exemplo, venda de produtos do mix da empresa, padrões de consumos de novos produtos, requisitos e disponibilidades da

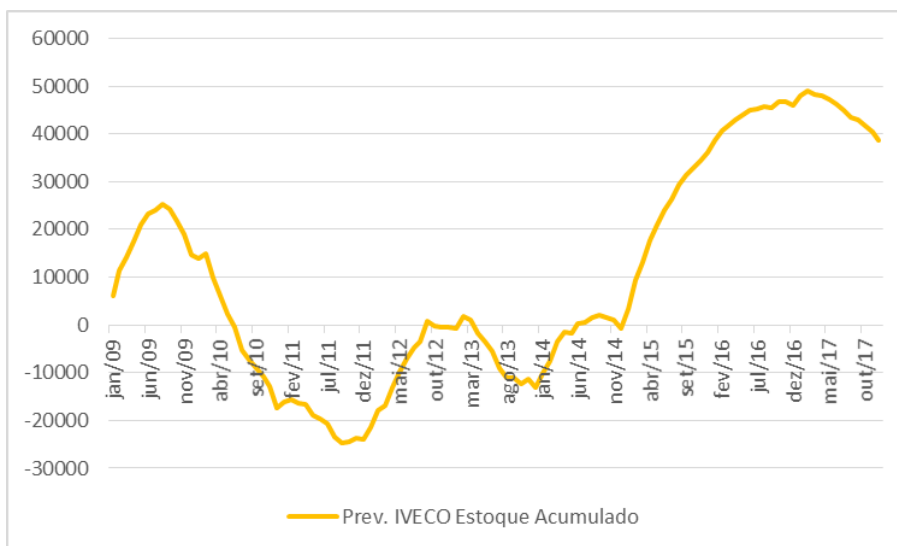
matéria-prima para a produção do mesmo, habilidades dos colaboradores e suas multi-tarefas, capacidade de produção e políticas internacionais para consumo e exportação.

#### 4.5 Simulação do Modelo de Previsão da Demanda na IVECO

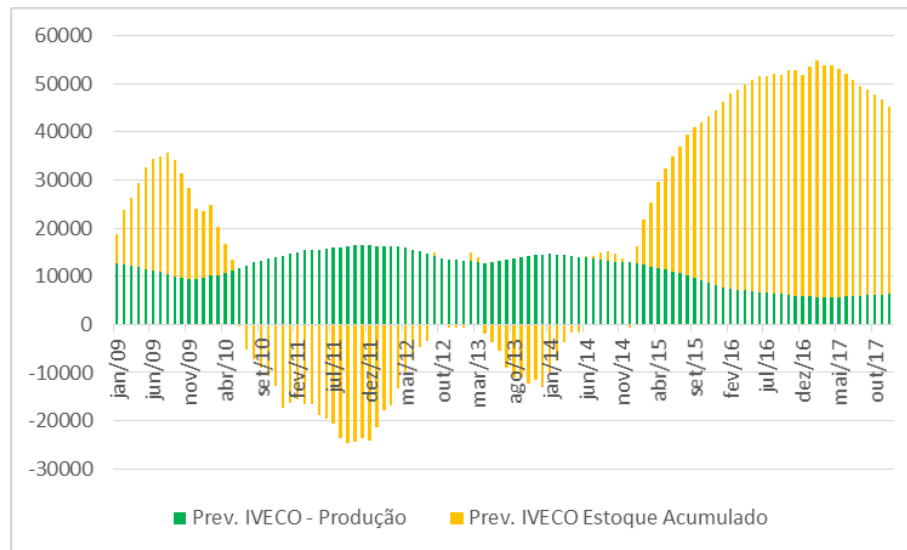
Utilizando o método para previsão da demanda utilizado pela IVECO, no qual é utilizado uma média-móvel para o período de 12 meses, e fazendo a mesma análise dos fatores acima mencionados, chegaríamos aos seguintes gráficos:



**Gráfico 9 – Simulação da Previsão da Demanda x Demanda**



**Gráfico 10 – Simulação do Estoque Acumulado**



**Gráfico 11 – Simulação do Estoque Acumulado x Produção**

Utilizando as informações acima, podemos verificar no gráfico 9, que, mesmo a curva de previsão seguindo levemente a tendência da Demanda Total, ficam com uma variação significativa durante longos períodos, evidenciando que o tempo de reação a mudanças é muito lento o que causa, pelas informações do gráfico 10, variações tanto de acúmulo de estoque, quanto de falta de produto, dois casos em que o custo é alto.

O gráfico 11 representa a pequena variação na produção, tendo em vista o modelo de longo período de análise, causando novamente a falta ou acúmulo de estoque.

Verificando a correlação entre a produção e a demanda efetiva, chegamos ao valor de 0,81, abaixo da média nacional, o que significa numericamente uma menor correlação entre a sua produção e sua demanda real.

Correlação (Demanda Total - Produção)	0,81
---------------------------------------	------

## 5 ESTUDO DE CASO

*Este capítulo irá avaliar o que foi estudado no Referencial Teórico, utilizando modelos e simulações afim de propor um modelo a ser utilizado pela IVECO e as demais concorrentes do mercado.*

Para iniciarmos a análise é importante salientar que todo estudo foi feito em cima da base de dados fornecida abertamente pela ANFAVEA, a mesma não apresenta dados complexos, mas a partir dela, foi possível levantar os principais parâmetros e métricas para a construção do modelo. A base utilizada é uma série temporal datada a partir de 1 de janeiro de 1957 até os dias atuais, fornecendo informações mensais de produção, exportação, licenciamento nacional e licenciamento de veículos importados. No estudo em questão utilizamos a amostra dos últimos 120 meses, para nos aproximar do mercado atual.

### 5.1 Escolha do modelo adequado para a Previsão de Demanda

Como dito acima, como a base se trata de uma série temporal, a mesma constitui-se em uma sequência de observações da demanda ao longo do tempo. Via de regra, são espaçadas igualmente, neste caso mensalmente. Não se irá associar a demanda a qualquer outra variável da qual supostamente possa depender; hipótese básica no uso de séries temporais é que os valores futuros das séries podem ser estimados com base nos valores passados.

Para a decomposição da mesma, temos duas opções o método matemático multiplicativo ou aditivo. Neste caso, como algumas das suas componentes seriam redundantes, o método a ser utilizado seria o multiplicativo, que é descrito pela equação abaixo:

$$Y = (T).(S).(C).(i)$$

Onde:

$Y$  = Demanda prevista

$T$  = Tendência

$S$  = Sazonalidade

$C$  = Componente cíclico

$i$  = Resíduo devido a variações irregulares

Neste modelo, apenas o valor da tendência T é expresso em unidades de demanda, os demais são expressos em porcentagens desta tendência. Para o estudo em questão, a tendência teria um valor significativo, assim como a sazonalidade mensal da demanda, já o componente cíclico, que seria de 1 ano, seria desprezado desta conta e o resíduo devido à variações irregulares seria descartado por conta de sua dispersão em relação aos períodos. Com isso a equação seria reduzida para:

$$Y = (T).(S)$$

### **5.1.1 Parâmetros e Métricas**

Para que possa avaliar os diferentes métodos primeiramente tem-se que ter em mente quais são os parâmetros medidos e como avaliaremos a viabilidade de um método se comparado a outro.

Viabilidade de dado modelo

Para avaliarmos a relação de uma previsão com a demanda real, utilizaremos a correlação de Pearson, em que avalia se duas matrizes são diretamente ou indiretamente influenciadas. O método mais assertivo, será o que tiver maior correlação em relação, ou seja, o valor mais próximo de 1.

Parâmetros avaliados

Tempo – Mensalmente – últimos 10 anos

Demanda

Produção

Sazonalidade

Estoque

### **5.1.2 Etapas do Estudo**

No capítulo anterior foi possível verificar a necessidade de adaptação do modelo utilizado para a previsão da demanda na IVECO, em que o mesmo constava uma correlação de 0,81, tendo em vista que a produção do mercado no mesmo período obteve uma correlação de 0,87.

#### **5.1.2.1 Tendência - Método de Médias**

Assim como utilizado pela própria IVECO, utiliza-se o método de médias para prever a demanda futura, porém, diferentemente da mesma, ao invés de uma previsão de Média Móvel Simples para 12 meses, reduzimos este período para 3 e 4 meses. Além disso, adicionamos as previsões utilizando o método de Média Móvel Ponderada, também no período de 3 e 4 meses. Abaixo seguem os resultados dessa análise:

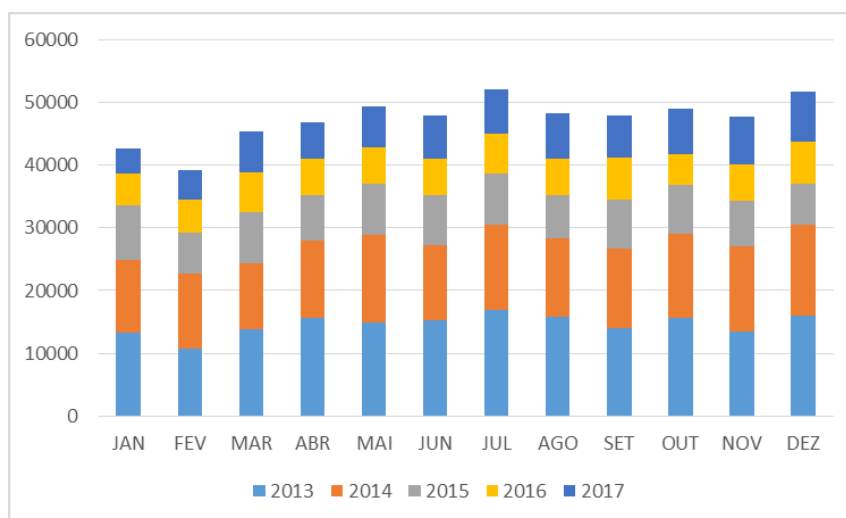
**Tabela 3 – Métodos Analisados**

Métodos	IVECO (MMS12)	MMS3	MMS4	MMP3	MMP4
Correlação	0,81	0,93	0,87	0,96	0,88

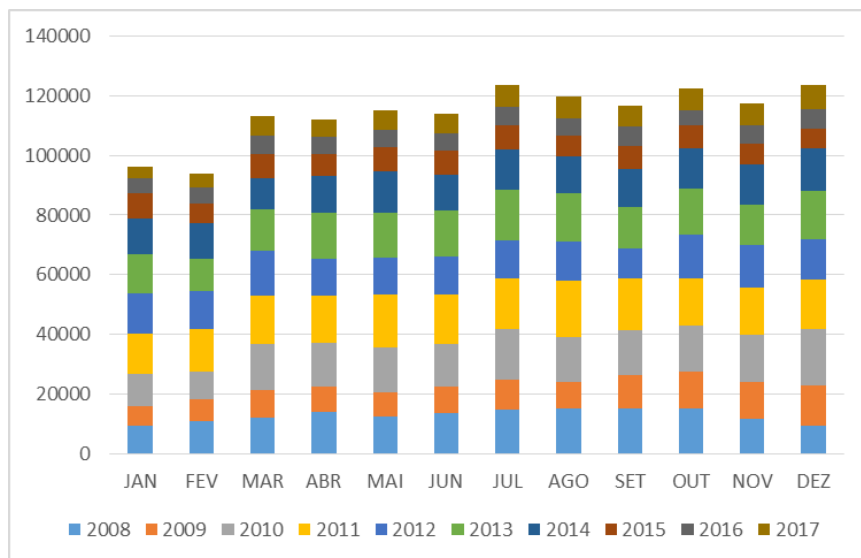
A partir desta tabela, fica evidente que somente a redução do número de períodos já eleva a correlação a patamares acima da produção, uma melhora significativa em relação ao que é feito. Portanto, para a próxima etapa, além do modelo atual, incluímos também o MMS3 (Média Móvel Simples para 3 períodos) e o MMP3 (Média Móvel Ponderada para 3 períodos).

### 5.1.2.2 Sazonalidade

Para verificar a existência de alguma sazonalidade neste setor que pudesse influenciar as tendências acima, utilizamos duas amostras distintas, uma de 5 anos e outra de 10 anos. Para este período, verificamos se existia alguma tendência da demanda mensal em relação aos meses em questão nos anos anteriores. Ou seja, qual seria a relação da demanda de cada mês em relação à média da demanda mensal por ano. Estes foram os valores obtidos:



**Gráfico 12 – Sazonalidade Mensal – 5 anos**



**Gráfico 13 – Sazonalidade Mensal – 10 anos**

**Tabela 4 – Coeficiente Sazonal**

Coeficiente Sazonal	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho
5 anos	90,00%	82,72%	95,79%	99,09%	104,14%	101,16%
10 anos	84,52%	82,21%	99,38%	98,37%	100,88%	100,10%

Coeficiente Sazonal	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
5 anos	110,14%	102,12%	101,27%	103,52%	100,78%	109,27%
10 anos	108,43%	104,89%	102,36%	107,36%	103,09%	108,41%

Estas tabelas exemplificam o comportamento da demanda no mercado. Com essas informações podemos concluir que o segundo semestre tanto no últimos 10 anos, quanto nos últimos 5 anos é mais aquecido do que o primeiro.

Para avaliarmos o quanto esse coeficiente altera o andamento do mercado, inserimos o mesmo na nossa simulação, como dito anteriormente, utilizando do modelo multiplicativo, para verificar se haveria uma melhora na correlação com a demanda real. Estes foram os resultados:

**Tabela 5 – Correlação - Coeficiente Sazonal x Métodos de Previsão**

Métodos*Sazonalidade	IVECO (MMS12)	MMS3	MMP3
5 anos	0,83	0,95	0,96
10 anos	0,84	0,95	0,97

Analisando a tabela acima, podemos ver que o valor da correlação da previsão utilizada tanto pela IVECO quanto pelos outros métodos foram influenciados em até 0,03. Portanto, não é algo significativo mas é um indicio de assertividade maior.

### **5.1.2.3 Estoque**

No caso do estoque, como não é um dado fornecido ou que podemos inferir algo mais precisamente, conforme citado anteriormente, o mesmo foi calculado com relação a diferença entre o que foi produzido no mês e os licenciamentos nacionais e exportações no mesmo período.

A partir das simulações realizadas com os métodos acima, verificamos que o aumento da correlação entre a previsão e a demanda real, o estoque acumulado já se reduz por si só, porém, não se mantém constante.

Como solução para esta questão, avaliamos que o mais adequado seria, calcular a previsão de acordo com os métodos acima, e depois verificar individualmente as previsões e compará-las com o estoque, para que caso haja muito estoque de dado produto, o mesmo não seja solicitado para produção, de acordo com as demandas passadas.

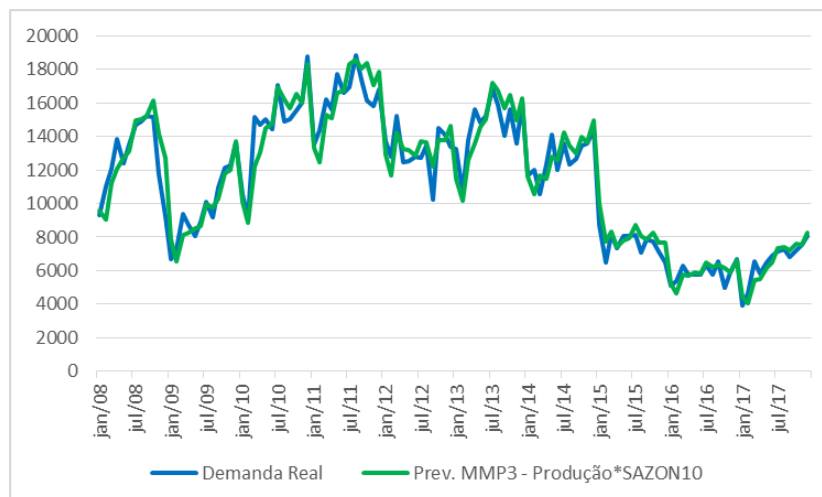
## **5.2 Modelo Analisado**

### **5.2.1 Características e Simulações**

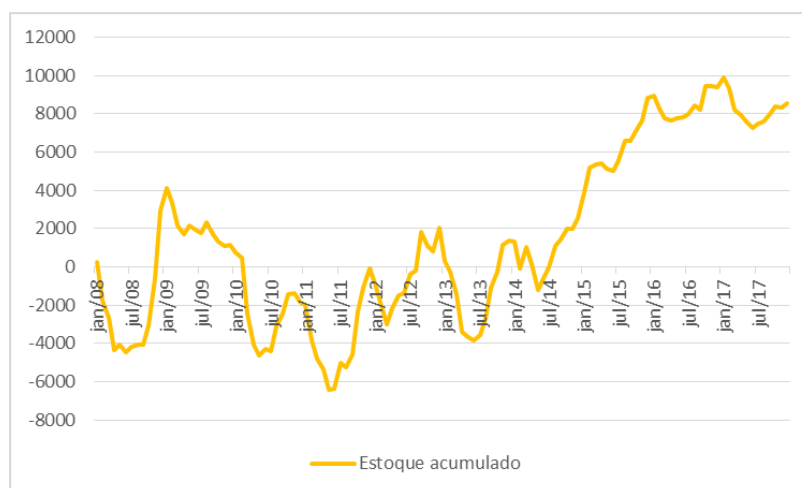
Com base no referencial teórico e nos estudos estáticos realizados durante o projeto, chegamos à um modelo em que a previsão da demanda é fortemente correlacionada à demanda, e assim como na análise acima do atual modelo praticado pela IVECO, iremos mostrar os resultados obtidos em nossas modelagens e simulações.

Utilizamos uma série temporal como base, o modelo multiplicativo para prever a demanda, o método das médias ponderadas para acharmos a tendência, neste caso o MMP3 (Média Móvel Ponderada para 3 meses), para o cálculo da ponderação do mesmo foi utilizada a razão de 0,2 ; 0,3 ; 0,5 para os meses anteriores. Já o coeficiente de sazonalidade calculado nos últimos 10 anos identificado na série.

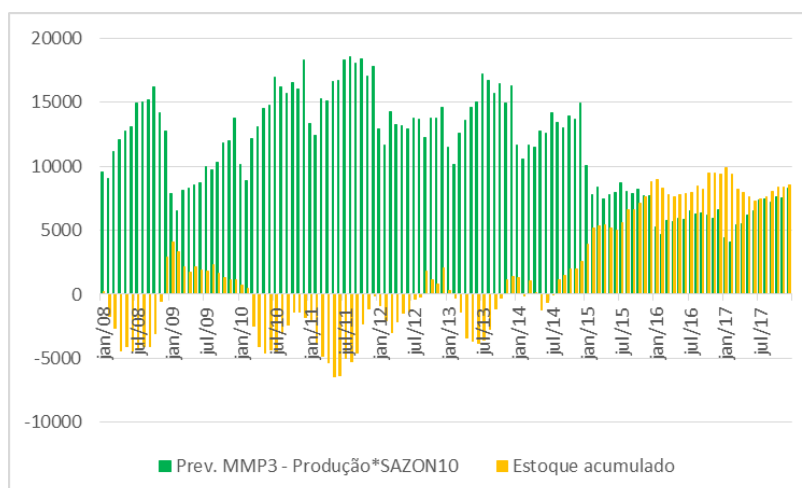




**Gráfico 14 – Simulação da Previsão da Demanda x Demanda**



**Gráfico 15 – Simulação do Estoque Acumulado**



**Gráfico 16 – Simulação do Estoque Acumulado**

No gráfico 14, podemos verificar que a previsão e a demanda são praticamente sobrepostas neste cenário, o que nos faz afirmar que sua assertividade seria consideravelmente maior em relação ao modo atual. Já no gráfico 15 e 16, em que é analisado o estoque,

podemos verificar que os níveis de pico e vale não são extremos como anteriormente, e principalmente utilizando o gráfico 16, podemos ver que nos momentos em que o estoque seria negativo (falta de produto), a produção compensaria de forma que não houvesse perdas de faturamento nestes períodos, o que não ocorre atualmente.

Como citamos acima, nosso parâmetro para metrificar o sucesso de um modelo foi a correlação de Pearson, abaixo fazemos uma comparação entre o modelo atual e o proposto neste sentido.

**Tabela 6 – Correlação - Modelo atual x Modelo proposto**

<b>Correlação - Previsão/ Demanda</b>	<b>Modelo Atual</b>	<b>Modelo Proposto</b>
Correlação de Pearson	0,81	0,97

### 5.2.2 Razão da escolha

Para Riggs (1987), uma organização simples pode usar diversos modelos de Previsão de Demanda distintos para antecipar o futuro de suas várias atividades. Também provavelmente vai usar métodos diferenciados durante o ciclo de vida de um único produto. A seleção dependerá de alguns ou todos fatores seguintes:

<b>Fatores</b>	<b>Modelo Sugerido</b>
Disponibilidade e precisão de dados históricos	ALTO
Grau de previsão esperado da previsão	ALTO
Custo de desenvolvimento da previsão	BAIXO
Tamanho do período de previsão	BAIXO
Tempo disponível para fazer a análise	BAIXO
Complexidade	BAIXO

**Figura 8 – Fatores para seleção do modelo de Previsão de Demanda adequado**

### 5.3 Implementação do modelo na IVECO

O ciclo de produção da IVECO é de quatro meses como citado anteriormente, logo a partir do momento que é emitido o pedido, o caminhão estará disponível ao cliente em quatro meses. Entretanto, o pedido emitido no mês X na realidade era pra ter sido iniciado a sua produção em X-4 meses já que o cliente normalmente não aguardará todo este período para receber o seu pedido. Portanto se o número estiver correto, a capacidade de produção deve variar durante o ano para adequar a demanda e com isso reduzir custos de armazenagem e estoque.

Para adequarmos o modelo proposto à realidade da IVECO, planejamos etapas para a previsão da demanda até que a ordem de produção seja emitida.

Levantar dados a respeito da demanda por tipo de produto nos últimos 3 meses em cada micro-região – As empresas filiadas à ANFAVEA, utilizam uma base de dados melhor elaborada, onde é possível: filtrar por micro-regiões, verificar o licenciamento tanto por tração, quanto por capacidade de carga bruta;

Calcular a tendência e aplicar a sazonalidade mensal por tipo de produto, lembrando que a sazonalidade de cada família de produto varia por micro-região, portanto se faz necessária uma análise anual da mesma;

Levantar o estoque atual de cada produto tanto no pátio da fábrica, quanto dos concessionários;

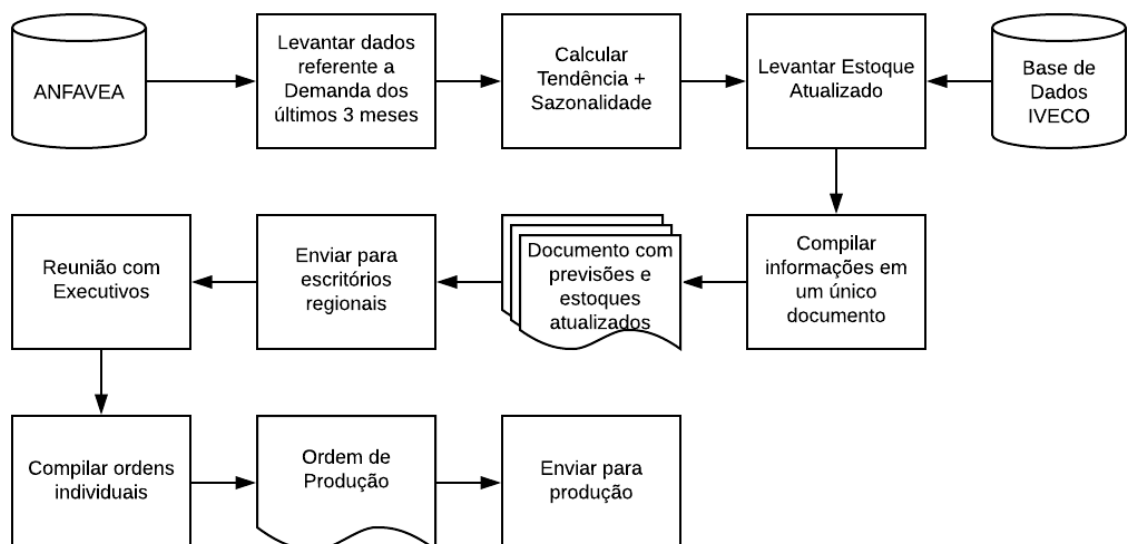
Compilar em documento único a previsão da demanda calculada no item 2 com o estoque calculado no item 3;

Enviar para cada Regional o documento finalizado no item 4;

Reunião com executivos para estabelecer ajustes, metas, incrementos pontuais necessários por tipo de produto;

Compilar ordens individuais em uma só;

Emitir Ordem de Produção.



**Figura 9 – Fluxograma para Implementação de Modelo**

Com a programação de produção alinhada à demanda real, os níveis de serviço e satisfação da empresa terão um crescimento expressivo, além do tempo de entrega reduzido, o que geraria uma redução ou diminuição do tempo de giro dos estoques. Isto traria uma maior saúde financeira e operacional para a empresa como um todo.

## 6 CONCLUSÃO

A busca incessante por excelência operacional e financeira, deve ser um foco diário em todas as empresas e setores. Neste projeto, estudamos apenas uma parte desse todo, com foco na produção de caminhões da empresa IVECO no Brasil. Partindo da análise de previsão de demanda, buscamos alcançar uma correlação maior entre o modelo de previsão de demanda praticado pela empresa e a demanda real do mercado em questão. Assim como, buscamos também uma redução nos níveis de estoque das montadoras e concessionários.

Sabe-se que os resultados dependem de diversos fatores para seu sucesso, porém, neste caso com um estudo orientado para a criação de um modelo de previsão de demanda de caminhões no setor de transporte rodoviário nacional, atingimos as duas finalidades de excelência buscadas.

A excelência operacional é um processo contínuo, e se a sua produção estiver alinhada com sua demanda, a tendência da empresa atingir um sucesso operacional consolidado é enorme. Este sucesso reflete diretamente na saúde financeira da empresa, controlando sua produção e estoques, a IVECO terá mais verba para as demais ações no dia-a-dia, podendo assim, crescer organicamente. Isto faz com que a necessidade de previsões assertivas seja indiscutível.

A busca por previsões vem da necessidade de se planejar, da mesma forma, a necessidade de planejar vem da necessidade de trabalhar em atividades que dependam da demanda futura para seu sucesso. A previsão não é algo estático, que permanecerá a mesma por mais de um período estabelecido sendo algo que deve ser feito constantemente, um processo contínuo e não pontual. Mesmo que o consumo de um dado produto seja constante por anos, outro produto poderá ficar obsoleto neste mesmo período. Produtos que neste ano têm uma alta demanda, no ano seguinte podem sair do mercado, sendo substituído por outro ou até mesmo se tornando desnecessário.

A IVECO hoje tem metas regionais para segmentos e totais, sem que haja uma meta para dado produto em seu mercado específico. Entretanto, estes objetivos não são calculados de acordo com a realidade do mercado em que cada rede de concessionária está inserido, mas como uma média Brasil, fazendo com que as concessionárias se sintam obrigadas a performar em segmentos que não são demandados localmente.

Diante do exposto até aqui pode-se observar que o mercado de caminhões no Brasil é muito grande e diversificado, com investimentos altíssimos no setor, fazendo com que montadoras de todo o mundo invistam valores enormes no país. O mercado está em queda desde o ano de 2015, onde a crise econômica do país, reduziu em quase 50% a sua demanda de um ano para o outro. Esta queda reflete a necessidade das montadoras serem mais flexíveis com relação à produção, mesmo que os custos sejam elevados para se ter essa flexibilidade, o valor compensa o excesso de estoque ou produtos defasados.

As exportações de produtos nacionais vem crescendo sua importância nos últimos tempos, mesmo que seu volume tenha um crescimento reduzido, a sua fatia de mercado em relação ao mercado nacional já chegou a 50% em meses anteriores, quando em tempos de mercado local aquecido essa fatia beirava os 10%. Podemos inferir então, que hoje a previsão da demanda e as decisões estratégicas devem focar também na exportação e não só no volume demandado no país.

Ao final do projeto pode-se evidenciar que o objetivo de analisar a previsão de demanda em uma montadora de caminhões, com a utilização do modelo quantitativo e o método de médias móveis ponderadas. Assim como, fazer uma analogia entre este modelo e o praticado pela montadora IVECO, foram alcançados com êxito, atingindo uma correlação de previsão de demanda em relação à demanda real, mais vantajosa e próxima da realidade para a empresa.

Para futuros estudos e projetos, sugerimos que as empresas implementem o modelo descrito avaliando se é viável ou não no dia-a-dia da empresa, e com um período de testes avaliar a questão da melhora operacional e financeira da empresa. Seria interessante também se mais dados e informações, tanto qualitativos quanto quantitativos, fossem levantados e posteriormente, avaliar se os mesmos alterariam estas previsões.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFFONSO, Annibal. – **Prevendo a demanda e as vendas com abordagem HOOFF** – Artigo publicado em site próprio, e acessado em 13 de novembro de 2018, <https://professorannibal.com.br/2018/10/23/prevendo-a-demanda-e-as-vendas-com-a-abordagem-hoof/>
- Associação Brasileira de Engenharia de Produção** – ABEPRO - <http://www.abepro.com>
- Base de dados ANFAVEA** (1957-2017) – *relatório emitido para montadoras, levantamento de emplacamentos.*
- Bowman, Edward H. *Production Scheduling by the Transportation Method of Linear*, 1956.
- CAMPOMAR, M. C. **Do uso de estudos de caso em pesquisas para dissertações e teses na administração.** Revista de Administração, São Paulo, v. 26, n.3, p.95-97, 1991.
- CHIAVENATO, I. **Gestão de pessoas.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- CHOPRA, S. MEINDL, P. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operação**, 2003.
- CORRÊA, Henrique L. e GIANESI, Irineu G. N. **Just in time, MRP II e OPT: um enfoque estratégico.** 2. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1995.
- CORRÊA, H. L. **Planejamento, Programação e Controle da Produção: MRP II/ERP: conceito, uso e implantação.** São Paulo: Atlas, 2001.
- FLEURY, P. F. **O Sistema de Processamento de Pedidos e a Gestão do Ciclo do Pedido**, 2006.
- FLEURY, P. F; WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. **Logística empresarial; uma perspectiva brasileira**, 2000.
- FOINA, P. R. **Tecnologia de Informação: Planejamento e Gestão**, 2001
- GUELBERT, Marcelo. **Estruturação de um Sistema de Gestão da Manutenção em uma Empresa do Segmento Automotivo**, 2004.
- Hackman S, Leachman R. **A General Framework for Modelling Production**, 1989.
- Horiguchi K, Raghavan N, Uzsoy R, Venkateswaran S. *Finite-capacity production planning algorithms for a semiconductor wafer fabrication facility*, 2001.
- Jaikumar, R. *An operational optimization procedure for production scheduling*, 1974.

- LAMBERT, D.M.; COOPER, M.C.; PAGH, J.D. *Supply chain management: Implementation issues and research opportunities. The International Journal of Logistics Management*, 1998.
- MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S.C.; HYNDMAN, R. J. *Forecasting – methods and applications*. New York: John Wiley, 1998.
- MAYER, Raymond R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1990.
- MELLO, Bráulio Adriano de. **Modelagem e Simulação de Sistemas**. Santo Ângelo, 2001
- MOREIRA, Daniel Augusto. **Administração da Produção e Operações**. São Paulo: Pioneira, 1996.
- NAHMIAS, Steve. *Production and Operations Analysis*. Georgetown; Ontario: Irwin, 1993.
- NAZÁRIO, P. **O Papel do Transporte na Logística**, 2000.
- PRUSAK, L. E McGEE, James. **Gerenciamento Estratégico da Informação: aumente a competitividade e eficiência de sua empresa utilizando a informação como uma ferramenta estratégica**, 1994.
- Revista ANTT - [http://appweb2.antt.gov.br/revistaantt/ed5/\\_asp/ArtigosCientificos-MercadoDeTransporte.asp](http://appweb2.antt.gov.br/revistaantt/ed5/_asp/ArtigosCientificos-MercadoDeTransporte.asp)
- RIGGS, James L. **Production Systems: Planning, Analysis, and Control**. New York: John Wiley, Inc., 1987.
- RUSSOMANO, Victor Henrique. **Planejamento e Acompanhamento da Produção**. São Paulo: Pioneira, 1986.
- SILVER, E. A., D. F. Pyke, and R. Peterson. *Inventory Management and Production Systems*, 1998.
- SLACK, Nigel. **Administração da Produção**. 2.ed. rev. e ampl. São Paulo: Atlas, 2008.
- SOUZA, L. C. **Avaliação do Processo de Implantação e Utilização do Sistema MRP como Ferramenta para o Planejamento e Controle da Produção** - Universidade Federal de Ouro Preto, Minas Gerais, 2003.
- TUBINO, D.F. **O Planejamento e Controle da Produção – Teoria e Prática**. São Paulo: Editora Atlas, 2007
- TURRIONI, J.B; MELLO, H.P. **Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção - Estratégias, Métodos e Técnicas para Condução de Pesquisas Quantitativas e Qualitativas**, UIFEL, 2011.
- VERGARA, S.C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**, 2000.



VOLLMAN, E. T., W. L. Berry and D. C. Whybark. *Manufacturing Planning and Control*, 1992.

VOLLMAN, E.T. **Sistemas de Planejamento & Controle da Produção para o gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. 5ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.